

DIE BLUTVERTHEILUNG
UND
DER THÄTIGKEITSWECHSEL
DER ORGANE.

EINE STUDIE
ZUR PHYSIOLOGIE UND HYGIEINE NACH UNTERSUCHUNGEN AUS
DEM LABORATORIUM DES REISINGERIANUM'S IN MÜNCHEN.

HERAUSGEGEBEN VON

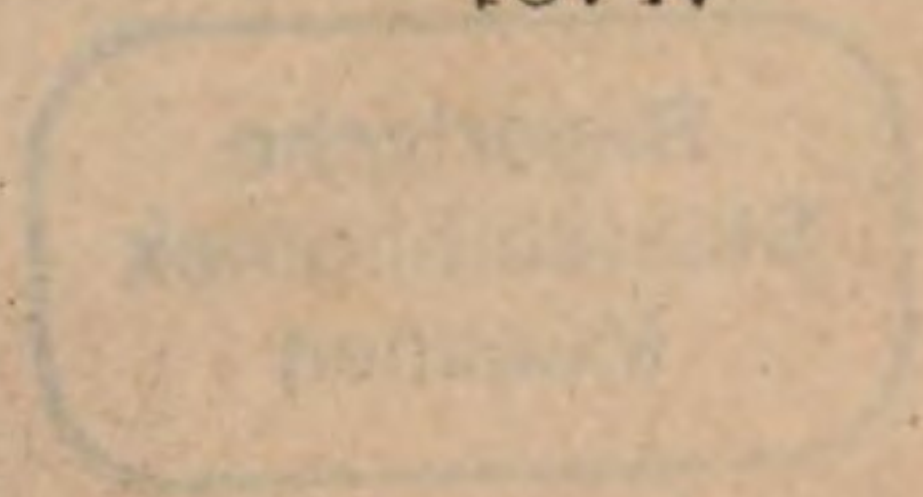
JOHANNES RANKE,

DR. MED. UND A. O. PROFESSOR AN DER LUDWIG MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT IN MÜNCHEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1871.



DIE RECHTVERHEERUNG

UND

DER THÄTIGKEITSWIRTSCHAFT

DER ORGANE

EINE STUDIE

DER PHYSIOLOGIE UND HYGIENE NACH KLEINER'SCHEN
THEORIEN UND DES VERHALTENS IN ANGEHENDEN

THEORIEN UND

JOHANNES RANKE

VERLAG VON J. F. SCHÖNEBECHER, BERLIN, NEUE BÜCHERHANDLUNG

LEBENS

LEBENS UND WIRTSCHAFTSLEBENS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Die hier vorliegenden Untersuchungen wurden in den beiden Jahren 1869 und 1870 im Laboratorium des Reisingerianum's angestellt als directe Fortsetzung der Studien über Tetanus. Die Redaction erfolgte unter dem Eindruck des LIEBIG-Voit'schen Streites, dadurch haben die Betrachtungen in der Einleitung und vornehmlich in dem Schlusscapitel theilweise eine specifische Färbung erhalten.

Es würde mir eine grosse Genugthuung sein, wenn durch die hier gegebenen Gesichtspunkte Etwas zur Klärung der streitigen Fragen und zur Vereinigung der bestehenden und scheinbaren Gegensätze beigetragen würde.

Die im Folgenden gebrauchte Bezeichnung: Functionswechsel steht in gebräuchlicher Weise abgekürzt für: Functionirungs-Abwechselung = Thätigkeitswechsel.

Die Betheiligung der Herrn Dr. Dr. DAXENBERGER, PUILLE, BALDAUF und SYDNEY an den Untersuchungen ist aus dem Register zu ersehen.

Mit diesen Beobachtungen sind die Aufgaben unserer Untersuchung über das Wesen der Muskelaction (Tetanus) keineswegs abgeschlossen, es werden weitere Publicationen vorbereitet.

München, den 1. Mai 1871.

Johannes Ranke.

Vorrede.

Die vorliegende Arbeit ist eine Zusammenfassung der in den Jahren 1853 und 1870 im Auftrage des Kaiserlichen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten für die Fortsetzung der Arbeiten im Jahre 1870. Die Arbeit enthält eine Beschreibung der Arbeiten, die im Jahre 1870 im Auftrage des Kaiserlichen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten für die Fortsetzung der Arbeiten im Jahre 1870. Die Arbeit enthält eine Beschreibung der Arbeiten, die im Jahre 1870 im Auftrage des Kaiserlichen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten für die Fortsetzung der Arbeiten im Jahre 1870.

Die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Arbeiten sind in der Fortsetzung der Arbeiten im Jahre 1870. Die Arbeit enthält eine Beschreibung der Arbeiten, die im Jahre 1870 im Auftrage des Kaiserlichen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten für die Fortsetzung der Arbeiten im Jahre 1870. Die Arbeit enthält eine Beschreibung der Arbeiten, die im Jahre 1870 im Auftrage des Kaiserlichen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten für die Fortsetzung der Arbeiten im Jahre 1870.

St. Petersburg, den 1. Juli 1871.

Johannes Müller.

Inhalt.

	Seite
Einleitung.	1
§. 1. Der Functionswechsel der Organe, seine vermuthlichen Ursachen und seine Stellung zu allgemeinen Fragen der Hygiene	1
§. 2. Einfluss der Lehre vom Functionswechsel der Organe auf allgemeine Fragen der Physiologie, zunächst auf die Lehre vom Stoffwechsel	8
§. 3. Untersuchungsplan	19

Abschnitt I.

Betheiligung des Bluts am Gesamtstoffwechsel während der Ruhe und der Thätigkeit der Muskeln.

Capitel I.

Die Blutmengen geruhter Thiere mit Rücksicht auf den Stoffwechsel	23
§. 1. Zur Methode der Blutmengenbestimmung	23
§. 2. Vorversuche über die Nahrungsaufnahme von Kaninchen	28
§. 3. Gesamtblutmengen geruhter Kaninchen, <i>vom Verfasser und Dr. E. Daxenberger</i>	32
§. 4. Gesamtblutmengen von Fleischfressern	38
§. 5. Gesamtblutmengen von Fröschen	40

Capitel II.

Einfluss des Tetanus auf die Gesamtblutmenge	43
§. 1. Zur Orientirung	43
§. 2. Nachweis einer primären Verminderung und secundären Vermehrung der Gesamtblutmenge durch Muskelthätigkeit.	45
§. 3. Ueber Schwankungen in den festen Bestandtheilen und dem Wassergehalt des Bluts	51

Capitel III.

Vertheilung des Bluts in den Organen geruhter Thiere	55
§. 1. Methoden	55
§. 2. Vergleichende Bestimmungen über den Blutgehalt in dem Bewegungs- und Drüsenapparate geruhter lebender Froschmännchen.	58
§. 3. Vergleichende Bestimmungen über den Blutgehalt in dem Bewegungs- und Drüsenapparate lebender geruhter Säugethiere	63
§. 4. Vergleichende Bestimmungen über den Blutgehalt in dem Bewegungs- und Drüsenapparate lebender und todter geruhter Kaninchen.	70
§. 5. Blutgehalt in den grossen Drüsen im lebenden und todten Thiere	74

Capitel IV.

Veränderung der Blutvertheilung durch den Tetanus	83
§. 1. Versuchsmethoden	83
§. 2. Veränderung der Blutvertheilung durch längeren Tetanus bei Fröschen . .	84
§. 3. Veränderung der Blutvertheilung im Tetanus bei Kaninchen	87
§. 4. Einige Versuche zur Demonstration der durch Nervenwirkung im Muskel veränderten Blutvertheilung	90
§. 5. Volumsänderung der menschlichen Extremitäten durch Muskularbeit . .	93
Schlussbetrachtung des Abschnitts I.	96

Abschnitt II.

Die Betheiligung der grossen Organe am Stoffwechsel bei Ruhe und im Tetanus.

Capitel V.

Die Thätigkeit der Leber und der Nieren unter dem Einfluss des Tetanus und der Muskelruhe.	404
§. 1. Vorbemerkungen.	404
§. 2. Versuchsbeispiele über Gallenabsonderung bei Kaninchen im Tetanus und Muskelruhe.	403
§. 3. Versuchsbeispiele über Harnabsonderung bei Hunden bei Tetanus und Muskelruhe.	407

Capitel VI.

Die Betheiligung der Drüsen und des ruhenden Bewegungsapparates an der Kohlen- säureproduction (Respiration) der Frösche, <i>vom Verfasser und Dr. L. Puille</i> . . .	422
§. 1. Methode.	422
§. 2. Versuche.	426

Capitel VII.

Ueber das Verhältniss der einzelnen Organstoffwechsel zu dem Gesamtstoffwechsel bei Säugethieren und Menschen.	434
§. 1. Gewichtsverhältnisse der wichtigsten Körperorgane bei Kaninchen im Vergleich mit dem Menschen.	434
§. 2. Harnstoffausscheidung bei Kindern und Erwachsenen.	435
§. 3. Organgewichte verschiedener Thiere.	438

Capitel VIII.

Erste directe Bestimmung der in 24 Stunden vom Menschen producirten Gallenmenge bei Muskelruhe.	444
§. 1. Bestimmung der 24stündigen Gallenproduction des Menschen.	444
§. 2. Vergleichung der direct gefundenen Werthe mit den für die Gallenproduction des Menschen bisher berechneten.	451
§. 3. Vergleichung der chemischen Zusammensetzung der Menschengalle nach den vorstehenden und älteren Bestimmungen.	454
Anhang.	457

Capitel IX.

Einige Versuche über die physiologische Wirkung der Galle.	464
§. 1. Ueber die Ursachen des plötzlichen Todes bei Einspritzung concentrirter Gallenlösungen ins Blut, <i>vom Verfasser und Dr. med. Baldauf</i> . . .	464
§. 2. Einwirkung des frischen Lebersecretes des Kaninchens auf seine eigene Herzbewegung, <i>vom Verfasser und Dr. Sydney aus London</i>	473

Schlusscapitel.

§. 1. Der Functionswechsel der Organe.	475
§. 2. Physiologische Consequenzen des Thätigkeitswechsels der Organe für die Anschauungen über den Gesamtstoffwechsel.	477
§. 3. Der Nerve als vierter Factor des Stoffwechsels.	479
§. 4. Ueber Kraftquellen der Muskelaction.	483
a. Physikalische Kraftquellen.	483
b. Chemische Kraftquellen.	484
§. 5. Modificationen der Ernährungstheorie.	486
Anhang zu Capitel V. §. 2.	490

Einleitung.

§. 1.

Der Functionswechsel der Organe, seine vermuthlichen Ursachen und seine Stellung zu allge- meinen Fragen der Hygieine.

Eine Reihe altbekannter Thatsachen spricht mit grösserer oder geringerer Beweiskraft dafür, dass zwischen der Thätigkeit der einzelnen Organe des animalen Körpers ein Wechsel in der Art existirt, dass unter normalen Bedingungen mit der gesteigerten Thätigkeit des einen eine entsprechend verminderte Thätigkeit eines oder aller anderen Organe eintrete.

Es mag hier genügen, auf die den Aerzten und jedem an Selbstbeobachtung Gewöhnten geläufige Erfahrung hinzuweisen, dass ein derartiges Wechselverhältniss in der Arbeit zwischen den Organen der Verdauung und dem Bewegungsapparat des Körpers existirt. Gesteigerte Nahrungsaufnahme, welche den Verdauungsapparat in volle Thätigkeit setzt, hindert die Bewegungsfähigkeit der Muskulatur. Man behauptet, dass ebenso übermässig gesteigerte Arbeitsleistung der Muskeln die Intensität des Verdauungsvorganges herabsetze.

Es ist einer der ersten Grundsätze der Physik des animalen Organismus, dass die Arbeitsleistung der Organe zunächst ihren Grund habe in Stoffwechselvorgängen, ein Grundsatz der vor allem durch J. v. LIEBIG in die Physiologie eingeführt wurde¹⁾. Durch den Umsatz der Organstoffe werden die Kräfte geliefert, die sich in der Thätigkeit der Organe äussern. Wie wir an Organen sehen, die vom Körper getrennt ihre Thätigkeit noch längere oder kürzere Zeit fortsetzen können, verlaufen diese kraftproducirenden Zustandsänderungen chemischer Stoffe zunächst im und am arbeitenden Organe. Während der Strom des Nahrungssaftes (Plasma) und Sauerstoff die Organe durchfliesst, finden diese Umwandlungen der Bestandtheile des Organs und Plasmas statt, welches letztere, so lange es im Organ sich befindet, ebenso als Bestandtheil desselben angesehen werden kann, wie die fester an das Organ gebundenen Stoffe, die sich direct nicht an dem Säftekreislauf im Organismus betheiligen²⁾.

1) z. B.: Thierchemie. Die Bewegungs-Erscheinungen im Thierorganismus. S. 174—210. Speciell vergleiche man z. B. S. 200 Zeile 7—11. — 1843.

2) Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers S. 6 und 7. TH. L. W. BISCHOFF und C. VOIT. 1860. Dasselbe findet sich: C. VOIT, Untersuchung über den Einfluss etc. S. 9. 1860.

Was von der Thätigkeit der Organe gesagt wird, bezieht sich sonach direct auf den Organstoffwechsel, der sie allein ermöglicht.

Die gesteigerte Thätigkeit eines Organes, mit der die Krafterzeugung aus dem Stoffwechsel gleichen Schritt halten muss, scheint also einen Einfluss auf die anderen Organe desselben thierischen Körpers in der Art auszuüben, dass die Arbeitsfähigkeit, der Stoffwechsel der letzteren dadurch herabgesetzt wird.

Wir bezeichnen diese supponirte Wechselwirkung der einzelnen Körpertheile auf einander, deren genauerer Erforschung die folgenden Untersuchungen dienen sollen, als: **Functionswechsel der Organe.**

Der Grund für die Nothwendigkeit dieser Abwechselungen in der Organthätigkeit ist durch physiologische und ärztliche Beobachtung schon angedeutet.

Er scheint darin zu beruhen, dass durch die Thätigkeit der Organe die **Blutvertheilung** in den einzelnen Gefässprovinzen des Körpers und damit die Fähigkeit zum Stoffumsatz in denselben verändert wird.

Das Blut ist ein Hauptfactor für den Stoffumsatz. Es führt den Organen den zum Stoffwechsel unentbehrlichen Sauerstoff so wie einen grossen Theil der chemischen Stoffe zu, denen wir nach den oben citirten Stoffwechseluntersuchungen von BISCHOFF und VOIT die Bezeichnung: Plasma, Blastem geben. Die Stärke des gesammten Säftestromes im Organe von Zelle zu Zelle steht zunächst, abgesehen von gewissen inneren Veränderungen im Organe selbst, in directem Verhältniss zur Blutzufuhr. Mit Recht können wir daher mit VOIT und Anderen das Blut als Repräsentanten ansehen für das gesammte dem Organe zukommende Plasma. Der genannte Autor hält es wie wir für möglich, dass gewisse Nerven¹⁾ einen Einfluss auf den Stoffwechsel dadurch ausüben könnten, »dass sie den Zufluss vom Blastem zu dem Organ vielleicht durch eine Aenderung im Lumen der Gefässe«²⁾, womit der Organblutgehalt ab- und zunimmt, verändern.

Mit der Menge des dem Organe zuströmenden Blastems steigt und fällt aber, bei Gleichbleiben der übrigen Stoffwechselfactoren, der Umsatz von Stoffen im betreffenden Organe.

Die Factoren des Stoffwechsels sind nach den »Gesetzen der Ernährung des Fleischfressers« zunächst vier: Organ, Plasma, Sauerstoff und Nerve. Auf die Wirkung des letzteren werden wir erst zum Schluss der ganzen Untersuchung näher eingehen. Die Wirkungsgesetze der drei ersteren werden a. a. O. S. 8 in folgender Weise definirt:

»Die Umsetzung ist stets das Product der Einwirkung aller drei Factoren auf einander und ist derselben direct proportional.«

»Die Grösse der Umsetzung wird also steigen, wenn die Masse des **Organs** gross ist oder zunimmt; sie wird fallen, wenn die Masse des Organs klein ist oder abnimmt; innerhalb gewisser Grenzen immer unabhängig von der Menge des Plasma oder des Sauerstoffs.«

1) Man vergleiche das Schlusscapitel.

2) a. a. O. S. 227.

»Die Grösse des Umsatzes wird ebenso steigen, wenn die Masse des **Plasmas** zunimmt, auch, wenn das Organ noch nicht zunimmt, auch die Einwirkung des Sauerstoffs nicht zu-, sondern sogar vielleicht abnimmt. Sie wird abnehmen, wenn die Masse des Plasma abnimmt.«

»Die Grösse der Umsetzung wird endlich steigen, wenn die Menge des **Sauerstoffs** zunimmt, auch wenn die Masse des Organs oder des Plasmas nicht grösser wird oder selbst abnimmt; sie wird kleiner werden, wenn die Menge des Sauerstoffs direct oder indirect abnimmt.«

Das Blut führt, mit den oben gegebenen Einschränkungen, dem Organe die zwei zunächst veränderlichen Factoren des Stoffwechsels zu: Blastem und Sauerstoff. Je mehr Blut dem Organe zukommt, desto mehr wird so-nach nach den **BISCHOFF-VOIT'schen** Ernährungsgesetzen der Organstoffwechsel ansteigen ¹⁾.

Für diese Auffassung sprechen direct auch die bekannten neuen Versuche von **LUDWIG** und **J. MÜLLER** ²⁾, welche einen grösseren Organstoffwechsel mit der reichlicheren Blutzufuhr zu dem Organ erweisen. Es wurde experimentell nachgewiesen, dass aus der dem Organe zugeführten reichlicheren Blutmenge mehr Sauerstoff von ersterem aufgenommen wird. Die Beschleunigung des Blutstroms hat dabei einen kleineren Erfolg in dieser Richtung wie die eigentliche Vermehrung des Organblutgehaltes selbst.

Eine weitere Hauptstütze erhält aber die vorgetragene Anschauung noch durch den experimentellen Nachweis, der schon vor Jahren geliefert worden ist ³⁾, dass das Organ, zunächst der Muskel, je nach seinem grösseren oder geringeren Blutgehalt eine grössere oder geringere Gesamtarbeit zu leisten vermag. Die Arbeitsfähigkeit des Muskels und damit sein Stoffumsatz steht nach diesen Experimenten in directem Verhältniss zu dem ihm zu Gebote stehenden Blute, so dass also für diese Organgruppe schon jetzt der Beweis geliefert ist, dass mit der gesteigerten Menge des Blastems und Sauerstoffs im Blute, über die das Organ zu verfügen vermag, seine Leistungsfähigkeit ebenso ansteigt wie mit der Organmasse selbst. Der Muskel vermag also auch Stoffe aus dem Blut (-Plasma) zur Kraftproduction für die Muskelarbeit zu verwenden wie sich das aus den Stoffwechsel-Gesetzen der Organe mit Nothwendigkeit direct ergibt.

Bei der Arbeitsleistung der Organe ändert sich nun die Blutvertheilung im

1) Durch die neuen Untersuchungen von **M. v. PETTENKOFER** und **C. VOIT** sind diese Ernährungsgesetze nicht umgestossen, sondern nun auch auf den Kohlenstoff- und Wasserstoffumsatz erweitert worden. Organ und circulirende Säftemasse, Blastem oder Plasma bezeichnet **C. VOIT**, indem er ihren Antheil am allgemeinen Stoffwechsel noch näher studirte, bekanntlich neuerdings mit alleiniger Rücksicht auf den Stickstoffumsatz als **Organ-Eiweiss** und **Vorraths-Eiweiss**. Wir werden im Folgenden uns der älteren Ausdrucksweise, die weniger Missdeutung ausgesetzt scheint und die Sache allgemeiner fasst, bedienen.

2) **LUDWIG**, Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig, IV. Jahrg. **J. MÜLLER**, über die Athmung in der Lunge, a. a. O. S. 37—76. 1869.

3) **J. RANKE**, Tetanus S. 224—233. Beziehungen des Bluts zur Muskelarbeit.

Organismus in dem Sinne, dass den thätigen Organen **mehr Blut** zugeführt wird als den ruhenden.

Schon den älteren Physiologen und Aerzten war diese Veränderung der Circulation in den thätigen Organen eine bekannte Thatsache.

Um Einen für Viele anzuführen, so finden wir bei MAGENDIE ¹⁾:

»Der Kreislauf kann nicht fort dauern ohne — die Thätigkeit des Nervensystems, welches den grössten Einfluss auf die Schnelligkeit des Blutlaufes und die Vertheilung desselben in den Organen hat. In der That durch die Einwirkung des Nervensystems werden die Bewegungen des Herzens und folglich der Kreislauf des Blutes schneller oder langsamer; sodann lehrt die Beobachtung, dass, wenn die Organe willkürlich oder unwillkürlich thätig sind, sie eine grössere Blutmenge erhalten — —; und wenn ihre Thätigkeit vorherrschend wird, so nehmen die Arterien, die zu ihnen gelangen, bedeutend an Umfang zu, wenn dagegen die Thätigkeit abnimmt oder ganz aufhört, so werden die Arterien kleiner und lassen nur noch eine kleine Menge Blut zu den Organen gelangen. Diese Erscheinungen sind deutlich an den Muskeln, der Blutlauf wird in ihnen schneller, wenn sie sich zusammenziehen, wenn sie sich oft zusammenziehen, so nehmen ihre Arterien an Umfang zu; wenn sie gelähmt sind, so werden in ihnen die Arterien sehr klein und der Puls ist in ihnen kaum mehr fühlbar.«

Diese Veränderung des Blutstroms durch das thätige Organ im Sinne einer Steigerung der Blutzufuhr gleichzeitig durch Beschleunigung des Blutlaufs und Erweiterung der Gefässlumina, also durch Vermehrung des im Organ gleichzeitig enthaltenen absoluten Blutquantums haben vor längerer Zeit die bekannten Experimente CL. BERNARD's an den Speicheldrüsen und neuerdings die Versuche LUDWIG's mit SCZELKOW und SADLER an den Muskeln zum Theil nach ganz neuen, vollkommen exacten Beobachtungsmethoden bethätigt ²⁾.

Schon äusserlich sehen wir bei der Muskelarbeit das Volum der thätigen Glieder zunehmen ³⁾, eine Veränderung, die doch primär nur in einer Steigerung ihres Blutgehaltes oder Plasmagehaltes begründet sein kann. Auch alle weiteren Erscheinungen an der Körperoberfläche bei Muskelarbeit wie z. B. die stärkere Röthung, Wärmeabgabe und Wasserverdunstung an der Haut sprechen wenigstens bei dem Menschen dafür, dass hierbei mehr Blut in den peripherischen Körperorganen sich finde als während der Muskelruhe.

Was für die Muskeln und Speicheldrüsen gilt, behält seine Geltung auch für die Verdauungsorgane des Unterleibes, auch sie erhalten während ihrer Thätigkeit eine reichlichere Blutzufuhr.

Wir sehen bei Thieren, die in der Verdauung getödtet wurden, den gesamten Digestionsapparat reichlich mit Blut gefüllt, geröthet, während die gleichen Organe im Hungerzustand blass erscheinen. Die Magen- und Darmschleimhaut, das Pankreas zeigen diese Veränderlichkeit ihres Blutgehaltes auf

1) Grundriss der Physiologie, übersetzt von HEUSINGER. II. S. 329 f. 1820.

2) a. a. O. IV. Jahrgang. 1869. S. 77—100.

3) Vergleiche auch die folgenden Untersuchungen in Cap. 10.

das Deutlichste. Den Aerzten ist bekannt, dass bei der Verdauung die Leber eine vorübergehende, nicht unbedeutende Volumszunahme erfährt, die primär der Hauptsache nach auf einer reichlicheren Anfüllung ihrer Gefässe mit Blut beruht.

FRERICHS sagt z. B. in seiner »Klinik der Leberkrankheiten«¹⁾:

»Die Nahrungsaufnahme äussert auf das Volum der Leber einen wesentlichen Einfluss. Während der zweiten Periode der Verdauung nimmt das Organ an Umfang und Gewicht zu, — wegen der Hyperämie, die alsdann sich einstellt, —. Nach anhaltendem Fasten wird die Drüse kleiner und leichter.« Er weist darauf hin, dass seine eigenen Bestimmungen des Lebergewichts mit denen von BIDDER und SCHMIDT übereinstimmen und das gleiche Resultat wie jene ergeben.

FRERICHS nimmt ganz in Uebereinstimmung mit den oben dargelegten Ernährungsgesetzen an, dass durch die gesteigerte Blutzufuhr die Functionirung des Organs und damit der Stoffwechsel in demselben gesteigert werde.

Er sagt²⁾:

»Schon im Normalzustande unterliegt der Blutgehalt der Leber einem steten Wechsel, vermittelt durch den Digestionsprocess. Der vermehrte Blutzufuss zur Gastrointestinalschleimhaut und die lebhaft Resorption, beide nothwendige Begleiter des Verdauungsactes, steigern den Blutandrang zur Leber und veranlassen eine Schwellung der Drüse, welche durch die vermehrte Secretion und durch den gesteigerten Stoffumsatz in den Parenchymzellen wieder ausgeglichen wird.«

Es ist möglich, diese congestive Vergrösserung der Leber durch das Plesimeter nachzuweisen.

Die bisher beigebrachten Beobachtungen beweisen zunächst nur, dass die arbeitenden Organe mehr Blut erhalten als sie in der Unthätigkeit besitzen.

Ein directer Nachweis, in welcher Art sich die Gesamt-Blutvertheilung dadurch ändert, ist bisher noch nicht erbracht. Eine der Aufgaben für die folgenden Untersuchungen wird es sein, den Veränderungen nachzuspüren, welche die Blutvertheilung in den übrigen Organen dadurch erfährt, dass ein Organ oder eine ganze Organgruppe — wie Bewegungsapparat oder Verdauungsapparat — stärker thätig ist und damit mehr Blut zugeführt erhält.

Das Resultat dieser Untersuchung kann kaum zweifelhaft sein.

Wenn die Gesamtmenge des Blutes im Organismus eine ziemlich gleichbleibende ist während der Thätigkeit eines Organes, wofür in den folgenden Beobachtungen der Nachweis geliefert werden wird, so muss gleichzeitig etwa um ebensoviel, als mehr Blut den arbeitenden Körpertheilen zuströmt, den gleichzeitig ruhenden entzogen werden.

Während die Muskelaction den Muskeln eine gesteigerte Blutmenge zuführt, werden die übrigen Organe z. B. die des Verdauungsapparates weniger Blut erhalten. Darauf beruht vor allem der allen Aerzten bekannte Einfluss, den

1) Bd. I. S. 24.

2) a. a. O. S. 384 f.

die Muskelbewegung auf Congestivzustände z. B. des Intestinaldrüsenapparates ausübt. So finden wir z. B. wieder bei FRERICHS ¹⁾:

»Es gelingt meistens ohne Schwierigkeit — mittelst activer Bewegung in freier Luft, Reiten etc. — die Hyperämie der Leber zu mässigen oder zu heben.«

Die Thätigkeit der Muskeln entzieht dem Drüsenapparat einen Theil des Blutes und hebt damit seine überreichliche Blutfülle. Es ist einleuchtend, dass derselbe Vorgang sich stets bei jeder Muskelaction in grösserem oder geringerem Masse einstellen muss. Darauf beruht ein Theil des grossen hygieinischen Einflusses, den die active und passive Muskelbewegung: Reiten, Turnen, Fusswanderung etc. ausübt.

Umgekehrt sehen wir während der Verdauung die Apparate derselben von Blute strotzen. Es muss das anderen Organen, vor allem dem Bewegungsapparate entzogen werden. Und wir wissen ja schon, dass die Fähigkeit zur Arbeitsleistung der Muskeln während der Verdauung herabgesetzt ist. Wenn der Muskel während der Verdauung weniger Blut erhält als sonst während seines Ruhezustandes, so muss eine Herabsetzung seiner Leistungsfähigkeit die directe Folge sein, da ihm dann das Material zur Kräfteerzeugung durch Stoffumsatz: Sauerstoff und Blastem in geringerer Quantität zu Gebote stehen. Das gilt mutatis mutandis von den übrigen Organen ebenso.

Die gesteigerte Blutzufuhr zu den arbeitenden Organen muss in diesen den Stoffumsatz etwa um die gleiche Grösse steigern, um welchen derselbe in der Gesamtheit derjenigen Organe herabgesetzt wird, denen gleichzeitig ein Antheil ihres Blutes entzogen wurde. Da jedoch der Stoffwechsel in den verschiedenen Organen, wie wir experimentell erfahren, ganz verschiedene Intensität besitzt, so wird die behauptete Proportionalität doch immer nur eine unvollkommene sein können.

Krankhaft gesteigerte Blutfülle (*ubi stimulus ibi affluxus*) pflegen die Aerzte z. Thl. mit Hautreizen und analogen Mitteln zu behandeln, wodurch mehr Blut an die künstlich gereizte Stelle sich begibt, dem erkrankten Organe dafür entsprechend entzogen wird. Der günstige Erfolg entspricht der Voraussetzung. Dieselbe bestätigt sehr energisch VALENTIN ²⁾, wenn er schreibt:

»Die Congestion und Hyperämie einzelner Gegenden bilden daher nur die Ergänzungsstücke der Anämien anderer, so lange die Blutmenge die gleiche bleibt. Eine passende Ableitung wird die Ueberfülle beseitigen.«

Das bisher Beigebrachte scheint uns schon jetzt genügende Anhaltspunkte an die Hand zu geben, um mit aller Wahrscheinlichkeit als Grund für die Abwechselung in der Intensität der Thätigkeit der Organe, für ihren Functionswechsel den oben aufgestellten festzuhalten, nämlich die Veränderung der Blutvertheilung, wodurch den arbeitenden Organen mehr Blut, mehr Material zur Stoffersetzung und damit zur Kräfteproduction zugeführt wird, während in den ruhenden Organen durch die entsprechende gleichzeitige Verminderung

1) a. a. O. S. 387.

2) Grundriss der Physiologie. IV. Auflage. §. 613.

ihres Blutgehaltes eine Herabsetzung ihres Stoffwechsels und damit ihrer Leistungsfähigkeit eintritt. Die folgenden Untersuchungen werden diesen Satz noch weiter zu begründen haben.

In der Abwechselung und gegenseitigen Ablösung in der Thätigkeit zwischen den einzelnen Organen liegt ein Hauptmoment des ungestörten Verlaufs der Gesundheit.

Anhaltender Nichtgebrauch der Muskulatur schadet bekanntlich nicht nur dieser Organgruppe selbst, dadurch dass die Ernährung derselben beeinträchtigt wird. Nach dem in den »Lebensbedingungen der Nerven«¹⁾ experimentell formulirten Ernährungsgesetz der Organe werden vor allem nur durch die Thätigkeit der Organe in diesen die inneren Bedingungen hervorgerufen, welche sie zu einer gesteigerten Stoffaufnahme, Ernährung befähigen. Die mangelnde Muskelthätigkeit wirkt aber auch nicht weniger schädlich auf die Thätigkeit der Verdauungsdrüsen. Die Gesundheit des Organs bedarf des Wechsels zwischen Ruhe und Thätigkeit, zwischen grösserer und geringerer Energie des Stoffumsatzes. Schlaf und Wachen sind derartige natürliche, regelmässige Abwechselungen zwischen der Thätigkeit der vegetativen und animalen Organgruppen im Grossen und Ganzen. Weitere derartige Abwechselungen werden, wie wir sahen, einerseits durch die Nahrungsaufnahme, andererseits durch gesteigerte Muskelthätigkeit hervorgerufen.

Personen und ganze Stände, welche durch ihren Lebensberuf zur überlangen, mehr oder weniger gänzlichen Muskelunthätigkeit gezwungen werden, müssen den Muskeln zur Erhaltung des allgemeinen Gleichgewichtes der Gesundheit durch zeitweise absichtlich bedeutend gesteigerte Thätigkeit, z. B. Turnen, Fechten, Reiten, Wandern, Tanzen ihren periodisch nöthigen Mehrantheil an Blut zuführen, theils zu deren eigener Ernährung, theils zur Entlastung der übermässig mit Blut überfüllten Unterleibsorgane.

Man muss das unruhige Treiben der nichtmechanisch arbeitenden Stände bei Tisch und in ihrer abendlichen Erholungszeit mit der behaglichen Musse des Arbeiters vergleichen, wenn er sich nach harter Anstrengung in der Zwischenstunde des Essens oder am Abend seiner Ruhe freut. Man wird dann einen lebhaften Eindruck davon erhalten, wie innere Naturgesetze, oft unbewusst, den verschiedenen Schichten der menschlichen Gesellschaft ihren charakteristischen Stempel aufdrücken. Für die eine Gruppe ist die Thätigkeit des Bewegungsapparates, für die andere die ungestörte Arbeit der Verdauungsorgane Bedürfniss der Erholung, die das Gefühl der Kraft und Gesundheit erweckt und deren Bestand bedingt.

1) J. RANKE, a. a. O. S. 82.

§. 2.

Einfluss der Lehre vom **Functionswechsel der Organe** auf allgemeine Fragen der Physiologie, zunächst auf die Lehre vom Stoffwechsel.

Die Aufgabe, welche die folgenden Untersuchungen zu behandeln haben, hat nicht allein hygieinische Gesichtspunkte, ihre Lösung wird auch für physiologische Grundanschauungen über gewisse Vorgänge im Organismus von Bedeutung werden.

Zuerst wird dadurch die Lehre vom **Gesamt-Stoffwechsel** animaler Organismen berührt.

Bei den sogenannten »Stoffwechselversuchen« hat man sich gewöhnt, es für die Entscheidung einer grösseren Reihe von Fragen für ausreichend zu halten, die Stoffe möglichst genau zu bestimmen, die als Nahrung in die der Untersuchung unterworfenen Organismen eingeführt werden, und mit diesen »Einnahmen« die dem Stoffverbrauch entstammenden »Ausscheidungsproducte«, die Ausgaben, zu vergleichen.

Durch derartige Versuche erhalten wir unter anderen werthvolle statistische Resultate über den Gesamtstoffverbrauch des Organismus bei wechselnder Qualität und Quantität der Nahrungszufuhr.

Diese Versuche lehren uns aber der Natur der Sache nach zunächst Nichts darüber, wo im Organismus diese Producte des Stoffwechsels sich gebildet haben, oder mit welcher Intensität in den einzelnen Organen des Körpers der Stoffumsatz stattfand, dessen Endproducte wir sammeln und analysiren.

Es ist auch vorläufig, schon ehe der Beweis experimentell erbracht ist, keinem Zweifel unterworfen, dass, auch abgesehen von den oben besprochenen Schwankungen in der Grösse des Stoffwechsels je nach dem Thätigkeitsgrade der Organe, die einzelnen Körpergewebe sich stets in verschiedener Intensität an dem Stoffumsatz betheiligen. Von jeher hat man dafür die Verschiedenheiten für massgebend gehalten, welche die Gewebe im Reichthum an Capillargefässen erkennen lassen. Es bedarf hier nur einer Erinnerung an die reichliche Anzahl an Capillaren der grauen Nervenmasse im Verhältnisse zur weissen, der Leber und anderer Drüsen im Verhältniss zu den Muskeln und dem Bindegewebe. Unzweifelhaft bestehen also schon in den verschiedenen Provinzen des ruhenden Organismus Differenzen in der Stärke des Umsatzes, worüber uns die allgemeinen Stoffwechselversuche selbstverständlich Nichts berichten können.

Nach der Darlegung der Veränderlichkeit der Stoffwechselbedingungen in den einzelnen Organen je nach ihrer Thätigkeit und Ruhe, wofür wir auch in der reichlicheren oder verminderten Blutzufuhr ein annäherndes Maass besitzen, ist es nun aber auch weiter von selbst klar, dass über diese Vorgänge allgemeine Stoffwechselversuche uns ebensowenig Aufschluss ertheilen können.

Wir sind nicht im Stande darüber Etwas nach den allgemeinen Stoffwechselversuchen auszusagen, ob das Plasma in diesem oder jenem Organe zersetzt worden sei, noch viel weniger natürlich, ob eine Steigerung der Zersetzung in

dem einen, eine correspondirende Verminderung derselben in einem anderen statthatte.

Heute und morgen kann die gleiche Stoffmenge in den Organismus eintreten, die gleiche Stoffmenge in den Zersetzungsproducten ausgegeben werden. Die Organe und die Quantität des Plasmas bleiben im Ganzen die gleichen. Auf dem Stoffumsatz des Plasmas und der Organe beruht die Kraftproduction des animalen Organismus, auch diese kann theoretisch betrachtet heute und morgen die gleiche sein. Aber heute, da eine gesteigerte Muskelthätigkeit verlangt wird, gehen die krafterzeugenden Stoffwechselvorgänge in gesteigertem Masse in den Muskeln vor sich, wo sich die freiwerdenden Kräfte der Einrichtung des Kraftübertragungsmechanismus, in dem sie wirksam werden, entsprechend zum Theil in äussere, mechanische Arbeit umsetzen können. Morgen dagegen, wenn weniger Muskelarbeit gefordert wird, concentriren sich in entsprechendem Masse die krafterzeugenden Stoffvorgänge in dem Drüsenapparat, wo sie, ebenfalls den eigenthümlichen Einrichtungen seiner Arbeitsmaschinen entsprechend, zum grösseren Theil nicht in äussere mechanische, sondern in innere, chemische Arbeit umgewandelt werden.

Die Gesamtsumme der Arbeitsleistung des Organismus bleibt also auf diese Weise die gleiche entsprechend der gleichen Grösse des Zersetzungs Vorganges an beiden Tagen, aber der Schluss wäre doch sicher ungerechtfertigt, wenn wir behaupten wollten, daraus ginge hervor, dass in jedem einzelnen Organe in beiden Versuchszeiten die Stoffwechselvorgänge gleichgeblieben seien.

In den Organen schwankt unzweifelhaft die Grösse des kraftproducirenden Stoffwechselvorganges mit ihrer jeweiligen grösseren oder geringeren Thätigkeit. Es müsste aber als eine irrige Ueberschätzung der Tragweite der allgemeinen Stoffwechselversuche bezeichnet werden, wenn wir aus ihnen für oder gegen das Bestehen eines solchen Wechsels Etwas schliessen wollten.

Vielleicht scheinen die vorstehenden Betrachtungen so selbstverständlich, dass man versucht sein könnte, sie müssig zu nennen.

So natürlich der Gedankengang aber auch erscheinen mag, sobald er einmal formulirt ist, so fernliegend scheint er doch bisher einer Anzahl von Physiologen gewesen zu sein. Es scheint das wenigstens aus einem Theil der Discussionen hervorzugehen, welche die bekannten Untersuchungs-Resultate von C. VOIT über den Einfluss der Muskelbewegung auf den Stoffwechsel zunächst des Fleischfressers hervorgerufen haben¹⁾.

J. v. LIEBIG hat, wie schon oben erwähnt, den Grundsatz ausgesprochen, dass die Muskelkraft dem Muskelstoffwechsel entstamme. Gesteigerte Muskelleitung correspondirt demnach mit einem gesteigerten Umsatz von Muskelstoffen.

Es gelang zuerst HELMHOLTZ, E. DU BOIS-REYMOND und VALENTIN²⁾ in ihren bekannten Untersuchungen über den Stoffumsatz im ruhenden und thätigen Muskel diesen zunächst aus theoretischer Betrachtung hervorgegangenen Lehrsatz LIEBIG's experimentell zu erweisen. Es steht ein für allemal fest, und alle neueren directen Beobachtungen des Muskelstoffwechsels nach beiden

1) C. VOIT, Untersuchungen über den Einfluss etc. S. 148—228.

2) Die Citate vergleiche man im »Tetanus« und den »Lebensbedingungen der Nerven«.

physiologischen Zuständen der Ruhe und Thätigkeit bestätigen es, dass der Umsatz im Muskel durch die Thätigkeit eine Steigerung erfährt.

Man war der Meinung gewesen, indem man nicht an die Möglichkeit des Bestehens eines Functionswechsels und anderer Einrichtungen zur Compensation des Stoffumsatzes in den Organen dachte, dass die gesteigerte Arbeitsleistung der Muskeln sich für den allgemeinen Stoffwechsel durch eine Mehrausscheidung von Stoffen fühlbar machen müsste. Und zwar glaubte man zunächst eine Mehrausscheidung von Harnstoff, oder im allgemeinen stickstoffhaltiger Stoffe in Folge der Muskelthätigkeit erwarten zu dürfen, da der Muskel, durch dessen Stoffumsatz die Kraft zunächst geliefert wird, der Hauptmasse nach aus Albuminaten besteht, deren Umsatzproducte der Harnstoff und die übrigen stickstoffhaltigen Stoffe darstellen.

Die vermuthete Mehrausscheidung von stickstoffhaltigen Stoffwechselproducten, kurzgesagt von Stickstoff, dachte man sich also entsprechend der grösseren oder geringeren Arbeitsleistung der Muskeln zu- und abnehmen.

Diese letztere Vermuthung ist es, welche direct durch die Untersuchungen Voit's widerlegt worden ist.

Er fand, dass der Gesamtstoffwechsel der stickstoffhaltigen Körperstoffe durch äussere Arbeitsleistung nicht wesentlich, wenigstens nicht der Arbeitsleistung proportional gesteigert werde. Er sah bei dem in einem Tretrade messbare äussere mechanische Arbeit durch Drehen desselben verrichtenden Hunde, die Harnstoffausscheidung nur wenig und nicht proportional der geleisteten Arbeit ansteigen. Die bei der Arbeitsleistung eintretende geringe Vermehrung der Harnstoffausscheidung zeigte sich abhängig von dem jeweiligen Ernährungszustand, dem Plasmareichthum des Untersuchungsobjectes.

In seinen neueren mit M. v. PETTENKOFER am Menschen und zwar an einem Arbeiter angestellten Versuchen fand sich bekanntlich gar keine Harnstoffvermehrung durch die Muskelthätigkeit. Andere Autoren haben am Menschen auch nur geringfügiges und schwankendes Ansteigen der Harnstoffausscheidung gefunden, das sich zumeist erst in der Periode der Muskelruhe nach Arbeit einstellt. Während der Thätigkeit selbst wurde sogar eine Verminderung¹⁾ beobachtet.

Die mit der geleisteten Arbeit nicht proportionale, geringfügige Ansteigung der Harnstoffausscheidung und damit des Umsatzes stickstoffhaltiger, harnstoffliefernder Körperstoffe im Gefolge der Muskelthätigkeit scheint, wie C. Voit mehr als wahrscheinlich gemacht hat, von Vorgängen bedingt zu sein, welche wie die bei der Muskelaction gesteigerte Herz- und Athemthätigkeit mit der Muskelcontraction nur indirect zusammenhängen.

Die Beobachtung C. Voit's beweist sonach den Satz, dass bei gleicher Nahrung der Organismus über eine ziemlich gleichbleibende Kraftsumme disponirt, die zum Zwecke gesteigerter Muskelleistungen keine entsprechende Vermehrung erfährt.

1) Man vergleiche die folgenden Beobachtungen über Nierenausscheidung bei Ruhe und Tetanus.

Aber es ist unrichtig zu glauben, dass wir aus dieser Beobachtung irgend Etwas über die Vorgänge im Muskel bei seiner Thätigkeit erfahren. Die Lehre J. v. LIEBIG's von der Erzeugung der Muskelkraft wird dadurch weder bestätigt noch widerlegt, sie wird in Wahrheit durch diese und alle allgemeinen Stoffwechselversuche wegen des Eintretens von Compensationen in keiner Weise berührt.

Die Arbeiten C. VOIT's gingen aus den Untersuchungen J. v. LIEBIG's und TH. L. W. v. BISCHOFF's hervor und sind die directe Fortsetzung der von TH. L. W. v. BISCHOFF gemeinsam mit C. VOIT angestellten oben mehrfach erwähnten Untersuchungen am Fleischfresser. Es sollte der Nerve, der dort einstweilen hypothetisch als ein vierter Factor des Stoffumsatzes neben Organ, Plasma und Sauerstoff aufgestellt worden war, in seinen Einwirkungen auf den Stoffwechsel experimentell geprüft werden, mit noch einigen anderen Einwirkungen auf den Stoffumsatz, über deren Einfluss bisher ebenso wenig Zweifel bestanden hatte wie über die Wirkung der Nerven. Die überraschende Thatsache, die VOIT's Untersuchungen ergaben, dass der Stoffwechsel im Grossen und Ganzen von diesen als wirksam angesehenen Agentien nicht beeinflusst werde, hat anregend für die weitere Forschung gewirkt, und hat nun seit mehr als einem Jahrzehnt das erneute wissenschaftliche Interesse in Deutschland und England diesen Fragen zugelenkt. Auch die hierhergehörigen Untersuchungen des Verfassers wurden dadurch zunächst veranlasst.

Der Grund, warum das von C. VOIT beobachtete Verhalten des Gesamtstoffumsatzes bei der Muskelarbeit bei seiner Bekanntmachung so sehr überraschte, ist offenbar der, dass man sich bis dahin den animalen Organismus zu einfach gleichartig mit einer der Arbeitsmaschinen unserer Technik, z. B. mit einer Dampfmaschine, glaubte vorstellen zu dürfen.

Auf den ersten Blick scheint wirklich die Analogie eine vollkommene.

Einmal sehen wir den animalen Körper ruhend, ein andermal sehen wir ihn mehr weniger intensive Leistungen nach aussen verrichten. Die Wissenschaft lehrt, dass dem Organismus seine mechanischen Leistungen durch Spannkraften ganz in derselben Weise ermöglicht werden wie jeder anderen Arbeitsmaschine.

Die ruhende Maschine verbraucht aber keine, die arbeitende dagegen eine je nach dem Grade ihrer Thätigkeit grössere oder geringere Menge von Spannkraften, die ihr z. B. als Heizmaterial zugeführt werden. Danach scheint es zunächst als ein Postulat der Vernunft, dass die thierische Kraftmaschine, wenn sie äussere Arbeit leistet, ebenfalls mehr Spannkraften verbrauchen muss als in der Ruhe, und da hier wie dort die Kräfte durch Stoffumsatz entstehen, auch mehr Stoffe dafür zersetzen muss. Ein arbeitender animaler Organismus müsste sonach, sollte man meinen — und es war diese Schlussfolgerung bis zu den Resultaten C. VOIT's die allgemeine — der Arbeit entsprechend mehr verbrauchte Stoffe ausscheiden. Es müsste möglich sein, das mechanische Aequivalent der organischen Stoffdissociation aus der postulirten Mehrausscheidung des arbeitenden Organismus zu bestimmen.

Diese Anschauung, von der auch die Untersuchungen C. VOIT's zunächst ausgingen, war es, die durch seine Resultate widerlegt wurde. Der Gesamtstoffverbrauch wird nicht proportional der Arbeit gesteigert.

Man hatte scheinbar logisch auf dem von J. v. LIEBIG gelegten Grunde fortbauend ein Lehrsystem über die Erzeugung der Muskelkraft und über den Einfluss, den dieselbe auf den Gesamtstoffwechsel ausüben sollte, aufgeführt.

Die Beobachtung C. Vorr's schien das ganze Gebäude mit seinem Fundamente umzustossen. Zum Zweck der Erzeugung der äusseren Arbeit wird von dem Gesamtorganismus nicht mehr Stoff (Albuminate) zersetzt als in der Ruhe. Man hielt sich für berechtigt, zu schliessen: Der Muskelstoffwechsel bleibt bei Ruhe und Arbeit des Organes gleich.

Man schloss also wirklich von den Resultaten des Gesamtstoffverbrauchs auf den Stoffwechsel in einem einzelnen Organe, was wir oben als vollkommen unzulässig erwiesen haben.

Man kam dadurch zu einem, wie es schien, unlösbaren Widerspruch mit den Resultaten der directen Untersuchung des Muskelstoffwechsels, welche bekanntlich eine Steigerung des Muskelumsatzes entsprechend seiner gesteigerten Thätigkeit nachweisen.

Wie einfach gestaltet sich die Lösung dieser Aufgabe, wenn die Intensität des Stoffwechsels in den arbeitenden Organen gesteigert in den ruhenden gleichzeitig um etwa dieselbe Grösse vermindert ist. Im Grossen und Ganzen werden die Bedingungen des Stoffumsatzes, wenigstens der Zersetzung der Eiweisskörper, nicht wesentlich verändert bei Ruhe der Muskulatur und ihrer angestrengtesten Arbeit. Bei der Thätigkeit werden aber den Muskeln zunächst durch die Steigerung der Blut-, d. h. Plasma- und Sauerstoffzufuhr in höherem Masse die Bedingungen zur Stoffzersetzung und Kräfteproduction zugeleitet, in ihnen findet im Vergleich zu ihrem Ruhezustand eine Steigerung des Stoffwechsels, aller kraftproducirenden Momente statt, entsprechend ihrer vermehrten Kraftentwicklung. Gleichzeitig ist der Stoffwechsel in den übrigen Organen, herabgesetzt annähernd um die gleiche Grösse, um welche derselbe in der Muskulatur gesteigert ist. Das Resultat ist ein ziemliches, oder, wie es wenigstens theoretisch möglich erscheint, ein vollkommenes Gleichbleiben des Gesamtstoffumsatzes. Im Ganzen kann der Stoffwechsel ungeändert bleiben durch die wechselnde Thätigkeit der Organe, aber der Vorgang der kraftproducirenden Stoffzersetzung **wechselt** entsprechend der Blutzufuhr **den Ort** innerhalb des Organismus, indem beide in den arbeitenden Organen zu-, in den ruhenden dagegen in derselben Zeit etwa um ebensoviel abnehmen.

Mit dieser allgemeinen Compensation zwischen der Thätigkeit der verschiedenen Organe sind die möglichen Ausgleichungsvorgänge bei der Arbeitsleistung noch nicht erschöpft, wie aus den früheren Untersuchungen über »Tetanus« sich ergibt, und wie in dem folgenden Schlusscapitel noch einmal näher dargelegt werden soll.

Die Mehrzahl der Erklärungsversuche für das C. Vorr'sche Resultat sieht nun aber von der Möglichkeit derartiger Compensationen mehr weniger vollkommen ab.

Die Versuche zur Erklärung der überraschenden Thatsachen schlossen sich, noch unter dem Einfluss des durch das Experiment nun widerlegten Ge-

dankenganges, der so lange als logisch Geltung gehabt hatte, ganz nahe an diesen an, sie gingen zunächst von ihm aus.

Man hielt es fortgesetzt für ausgemacht, dass ein gesteigerter Muskelstoffwechsel sich durch eine Mehrausscheidung im Harn oder durch die Lungen- und Hautrespiration hätte zu erkennen geben müssen. Während es doch scheinbar müsste am nächsten gelegen sein, zuerst gerade diese Meinung zu bestreiten.

So schliesst denn C. Vorr von dieser Grundlage aus, die sein eigenes, ein neues Fundament legendes Experiment für immer als unhaltbar bezeichnet hatte, bekanntlich weiter, es wäre aus seinen Beobachtungen abzuleiten, dass **im Muskel** während der Ruhe und Thätigkeit gleich viel Stoff zersetzt, also eine gleiche Kraftsumme producirt werde. Der Widerspruch, der sich dadurch mit dem Gesetze der Erhaltung der Kraft ergibt, wird durch eine zweite Hypothese beseitigt. Während der Ruhe entstünden aus der Eiweisszersetzung electrische Kräfte, die bei der Contraction des Muskels in äussere Arbeit übergehen. Die Hypothese statuirt also einen Kräfteausgleich im ruhenden und arbeitenden Organ insofern, als durch Eiweisszersetzung zunächst Electricität gebildet wird, die nur bei der Thätigkeit des Muskels in äussere Arbeit ihrem mechanischen Aequivalente entsprechend umgesetzt werden soll.

E. DU BOIS-REYMOND's »negative Schwankung des electrischen Muskelstroms« bei der Contraction wird dabei in dem Sinne eines Verbrauchs von Electricität zum Zwecke der Arbeitsleistung, im Widerspruch zur Theorie ihres Entdeckers, gedeutet.

Die erste Hypothese müssen wir, da bei ihr von dem allgemeinen Stoffwechsel auf den Umsatz in eine Organgruppe geschlossen werden will, mit Rücksicht auf die bestehenden Compensationen als unzulässig betrachten.

Damit wird der zweite Theil von C. Vorr's Theorie über den möglichen Kräfteausgleich zwischen Electricität und Muskelkraft noch nicht geleugnet. Wir werden sogleich auf die Beurtheilung derselben zurückkommen.

Auf den gleichen Abweg, dass man von den Resultaten des allgemeinen Stoffwechsels auf Stoffvorgänge in einem einzelnen Organe schliessen wollte, kam man ebenso von oppositioneller Seite.

Da man hier wie dort annahm, dass ein gesteigerter Umsatz der Eiweissstoffe des Muskels sich hätte zeigen müssen in einer im Allgemeinen gesteigerten Abfuhr stickstoffhaltiger Zersetzungproducte, zunächst Harnstoff, so kam man auf den Gedanken, dass die von den Muskeln bei ihrer Thätigkeit entfalteten Kräfte eben nicht aus der Zersetzung eiweissartiger Stoffe herkommen könnten.

Die betreffenden Versuche lassen dann vielmehr mit demselben Rechte, mit der die angeführte Theorie C. Vorr's auf sie begründet war, die andere Hypothese zu, dass die Muskelkraft nicht durch Eiweisszersetzung, sondern durch den Umsatz stickstofffreier Körperbestandtheile geliefert werde.

Gewichtige Thatsachen schienen für diese Anschauung zu sprechen. Längst war experimentell festgestellt, dass bei der Muskelarbeit die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureabgabe bedeutend gesteigert sei. Wenn der Umsatz der stickstoffhaltigen Körperstoffe nicht oder kaum, dagegen der Umsatz der stick-

stofffreien Bestandtheile, als dessen Hauptproduct die Kohlensäureabgabe erscheint, bedeutend gesteigert ist, so lag die genannte Ansicht gewiss nicht fern.

M. TRAUBE trat mit der Hypothese, dass die stickstofffreien Körperstoffe die kraftproducirenden seien, gegen die C. VOIT'sche Theorie hervor.

Die Untersuchungen von M. v. PETTENKOFER mit C. VOIT, die sich nun mit der Bestimmung der Gesamtausscheidungen des arbeitenden Organismus beschäftigen, haben dagegen neuerdings erwiesen, dass nicht nur die unter Umständen sogar ganz mangelnde Steigerung des Eiweissumsatzes, sondern auch die Steigerung des Gesamtstoffverbrauches, wie er sich mit Berücksichtigung der Veränderung der Respiration bei der Muskelarbeit zu erkennen gibt, offenbar keine einfache Beziehung zu der von den Muskeln bei ihrer Arbeit nach aussen abgegebenen Kraft erkennen lasse. Die Steigerung reiche gerade hin, um die bei der Arbeit stattfindende Mehrverdunstung von Wasser, die je nach dem Körperzustand eine verschiedene ist, zu ermöglichen.

Bei dem Bestehen von Compensationen in unserem Sinne war dieses Resultat vorauszusehen. Nach unserer Meinung fällt die scheinbare Beweisführung M. TRAUBE's wegen der Unrichtigkeit ihrer ersten Grund-Voraussetzung von selbst zusammen.

In der Mitte zwischen den beiden Extremen steht die Annahme, dass die C. VOIT'schen Versuche ergeben, dass die Muskelkraft sowohl aus der Zersetzung von Eiweissstoffen als von stickstofffreien Substanzen entstehe¹⁾. Nach dem Vorstehenden sind die Grundlagen des dafür beigebrachten scheinbaren Beweises, dass nämlich die beobachtete Gesamtsteigerung des Stoffumsatzes ausreiche zur Erklärung der geleisteten Muskelarbeit, als im Principe fehlerhaft und mit ihnen der versuchte Beweis selbst zu verwerfen, der übrigens auch auf die oben erwähnte Steigerung der Wasserverdunstung bei Muskelarbeit keine Rücksicht nimmt.

A. FICK, der mit J. WISLICENUS²⁾ in M. TRAUBE's Richtung über die vorliegende Frage seine oft citirten Versuche angestellt hat, spricht die Meinung aus, dass der geringfügige Eiweissmehrverbrauch bei der Muskelaction, nur aus der Abnutzung des eiweissreichen Bewegungsapparates entspringe³⁾. Der Eiweissverbrauch wirke also ebenso wenig zur Erzeugung der Bewegungskraft in den Muskeln mit, als wir das für die abgeriebenen und ausgebrochenen Metalltheile annehmen dürfen, welche an einer arbeitenden Maschine gleichzeitig mit dem Brennmaterial, das sie in Bewegung setzt, zu Verlust geht.

Diese Ansicht würde nach ihren bisherigen Grundlagen ohne die Annahme von Compensationen zunächst dadurch unhaltbar, dass sich der so erklärte Eiweissverlust durch Abnutzung, die selbstverständlich dann bei jeder Bewegung eintreten müsste, in den schon citirten neueren Untersuchungen von M. v. PETTENKOFER mit C. VOIT am arbeitenden Menschen gar nicht zeigte, dass der betreffende Arbeiter sogar etwas weniger stickstoffhaltige Zersetzungsproducte während der Arbeitszeit ausschied als während der Muskelruhe.

1) Des Verfassers: Grundzüge der Physiologie, S. 552.

2) Ueber die Entstehung der Muskelkraft. Vierteljahrsschrift der Züricher naturf. Ges. X. 347—348. 1866.

3) Vergleiche auch Medicinische Physik. II. Aufl. S. 197 ff.

L. HERMANN ¹⁾ sucht auf die Beobachtungen C. VOIT's seine Meinung mit zu begründen, dass der Muskelstoffwechsel in einem Spaltungsvorgange beruhe, bei welchem sich die Spaltungsproducte ganz oder theilweise durch Synthese wieder vereinigen.

Es ist klar, allen diesen bisher genannten Erklärungsversuchen liegt der **gemeinsame Irrthum** zu Grunde, dass von den Beobachtungen am Gesamtstoffwechsel ein Rückschluss erlaubt sei auf den Stoffwechsel einer einzelnen Organgruppe, speciell der Muskeln.

Auch ohne weitere Beweise für das Vorhandensein von Compensationen bei der Thätigkeit der Organe, als sie bis dahin vorlagen, hätte eine derartige Annahme nicht stattfinden dürfen. Man musste das Vorhandensein und Wirksamwerden solcher Ausgleichungsvorgänge wenigstens vermuthen und wäre dadurch vor ungerechtfertigten Schlüssen gewarnt worden.

Es geben uns Untersuchungen über den Gesamtstoffwechsel keinen Aufschluss und können ihn für's Erste auch nicht geben z. B. darüber, welche Stoffe zur Leistung der äusseren Arbeit eine Zersetzung erfahren, natürlich noch weniger welcher Art dieser kraftproducirende chemisch-physiologische Vorgang sei. Sie können uns ebensowenig lehren, ob im Muskel zum Zweck seiner gesteigerten Arbeitsleistung oder aus Abnutzung eine Mehrzersetzung stattfindet oder nicht, ob die bei dem Stoffumsatz frei werdenden Kräfte im Muskel direct in äussere Arbeit übergeführt werden, oder ob sie zuerst als Electricität oder als Wärme erscheinen, um sich dann in äussere Arbeit umzusetzen.

Alle derartigen Theorien über den näheren Vorgang bei der Erzeugung der Muskelarbeit sind von den Untersuchungen über den Gesamtstoffwechsel der animalen Organismen vollkommen unabhängig.

Da kein nothwendiger Zusammenhang existirt, so werden derartige Hypothesen über die Krafterzeugung durch den Nachweis der Compensationen, wodurch die Resultate der allgemeinen Stoffwechselversuche nach dieser Richtung entwerthet werden, selbstverständlich zunächst nicht berührt.

Von J. v. LIEBIG stammt der Grundsatz, dass die Muskelkraft dem Muskelstoffumsatz entspringe. J. R. MAYER wendete das von ihm formulirte Gesetz der Erhaltung der Kraft auch auf physiologische Vorgänge an und präcisirte den LIEBIG'schen Grundsatz näher ²⁾. Er sieht, der damals eingebürgerten Lehre der Chemiker entsprechend in dem Stoffumsatz im Organismus eine mehr oder weniger einfache Oxydation. Die Kräfteform, welche aus den Oxydationen der Hauptsache nach entspringt, ist Wärme. Bei der Oxydation einer bestimmten Masse von Körperstoffen wird eine bestimmte Summe von Kräften frei, die im ruhenden Muskel nach MAYER's Annahme als Wärme, im arbeitenden als Wärme und Bewegung auftreten. Je mehr äussere Arbeit durch die Oxydation einer bestimmten Stoffquantität hervorgebracht wird, desto weniger Wärme kann derselbe Vorgang gleichzeitig liefern. Wärmeproduction und äussere Arbeit stehen, mit Berücksichtigung des mechanischen Aequivalents der Wärme in

1) z. B. Physiologie III. Auflage. S. 236.

2) J. R. MAYER. Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel. 1845. LIEBIG's Thierchemie erschien 1843.

einem umgekehrten Verhältniss: »der Muskel verwendet Wärme im Status nascens zu seiner Leistung«¹⁾. Man hat diese Darstellung oft so aufgefasst, als hielte MAYER den Muskel für eine kalorische Maschine, die Wärme in Arbeit umsetzt. Die citirten Worte zeigen wohl das Irrige dieser Interpretation. Im »status nascens« werden nach ihm die frei werdenden Molekularkräfte zur Muskelarbeit verwendet, also noch ehe sie wirklich in »Wärme« übergeführt würden.

Die Kräfte, welche bei dem Muskelstoffumsatz frei werden, sind aber nicht nur Wärme und äussere Arbeit, sondern auch noch Electricität, wie uns die Entdeckungen E. DU BOIS-REYMOND's gelehrt haben.

Für alle drei Kräfteformen muss das von MAYER aufgestellte Wechselverhältniss ihrer Intensität gelten. Wenn wir für »Wärme« einfach setzen »Wärme und Electricität«, so bleibt der MAYER'sche Satz in Gültigkeit: »je grösser der Antheil der Zersetzungsproducte für die Wärme (= Wärme und Electricität) ist, desto kleiner ist der Rest für mechanische Zwecke«²⁾.

Die Gründe für die Annahme, dass die frei werdenden Spannkkräfte direct oder erst nach ihrer Umwandlung in Electricität oder Wärme zur Erzeugung der Muskelkraft verwendet werden, müssen wir uns nach dem Obengesagten von anderer Seite holen, als von den allgemeinen Stoffwechselversuchen.

Wir haben in der Mechanik Instrumente, welche durch Wärme, andere welche durch Electricitätsverwendung äussere Arbeit liefern. Man bedarf zur Verwendung einer dieser Kräfteformen zur äusseren Arbeitsleistung gewisser Kraftübertragungsvorrichtungen. Es steht a priori Nichts im Wege anzunehmen, dass der Muskel ein Mechanismus sei, eingerichtet für die Arbeitserzeugung mit Verwendung der Electricität. Wir kennen nur eben die Art und Weise, wie er dafür eingerichtet ist, nicht.

Gewiss mit dem gleichen oder wohl mit grösserem Rechte könnten wir aber auch die andere Annahme machen, dass der Muskel eine zweckmässige kalorische Maschine sei, dass in dem Muskel mechanische Uebertragungsmechanismen für die Umwandlung der Wärme in äussere Arbeit enthalten seien.

Während wir bei der Hypothese über die Verwendung electrischer Kräfte zur Muskelarbeit keine wissenschaftliche Vorstellung besitzen, wie die Uebertragung stattfinden solle, während wir dabei allein auf ziemlich wenig zutreffende Analogien in unserer Vorstellung angewiesen sind, besitzen wir für die Lehre von der Uebertragung der Wärme in Muskelkraft einen Anhaltspunkt, der einem Beweise sehr ähnlich sieht.

SCHMULEWITSCH hat uns gezeigt³⁾, dass sich die Muskelsubstanz⁴⁾ unter der Einwirkung der Wärme (zwischen 2—28° beim Froschmuskel) physikalisch verkürzt, dass sonach die von aussen auf den Muskel einwirkende Wärme eine Veränderung in ihm hervorruft im Sinne seiner speciellen Art der Arbeitsleistung. Wenn die Wärme nicht nur von aussen einwirkt, sondern im Muskel selbst, also an dem für ihre Verwendung geeignetsten Orte entsteht, so könnten wir uns die durch

1) a. a. O. S. 87.

2) a. a. O. S. 50.

3) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1867. S. 84.

4) Wie nach den Experimenten JOULE's der Kautschuk und feuchtes Holz. Phil. Mag. 1857, vol. XIV, S. 227.

sie hervorgerufene Veränderung (Verkürzung) noch von lebhafterer Wirkung denken ¹⁾.

Wir müssen nach diesen bisherigen experimentellen Erfahrungen der Meinung beipflichten, dass aller Wahrscheinlichkeit nach im Muskel Wärme zur äusseren Arbeit mit verwendet wird. Da vorläufig nur für diese Meinung eine genügende Begründung zu finden ist, so könnte man versucht sein, den Muskel nur für einen calorischen Apparat gelten zu lassen.

Man muss jedoch für die Erklärung so lange alle Möglichkeiten offen lassen, bis bestimmte Beweise für den absoluten Ausschluss der einen oder anderen beigebracht sind.

Im Muskel gehen Zustandsänderungen vor sich, die im Sinne einer Kraftproduction theils positiv, theils negativ wirksam werden. Die algebraische Summe aller dieser theils Kraft verbrauchender, theils Kraft liefernder Vorgänge ist das im Muskel vorhandene Kraftquantum. Es würde eine vorerst noch willkürliche Beschränkung der organischen Natur sein, wenn wir einer Kräfteform einen Vorzug für die Erzeugung der äusseren Muskelarbeit zusprechen wollten. Wir dürfen bis jetzt theoretisch nur annehmen, dass diese ganze Kraftsumme dem Muskel zur Verfügung steht, es ist möglich, und diese Möglichkeit ist noch nicht irgendwie beschränkt, dass dem Muskel die Verwendung der Wärme, Electricität und der Spannkkräfte »im status nascens«, um mit MAYER zu reden, durch seine mechanischen Einrichtungen ermöglicht ist.

Das aber steht fest, dass uns die allgemeinen Stoffwechselversuche, ohne Rücksichtnahme auf bestehende Compensationen, der Lösung dieser Frage um keinen Schritt näher bringen können.

Ganz dasselbe gilt selbstverständlich, wenn wir nicht auf die Kräfte selbst, sondern auf die Stoffumsatzvorgänge unser Augenmerk richten, denen diese entstammen.

So erklärt es sich, dass man in dieser Hinsicht das unserer Betrachtung zum Ausgangspunkt dienende Factum des annähernden Gleichbleibens des Gesamtstickstoffumsatzes bei Ruhe und Muskelarbeit mit ziemlich gleichem Recht durch sehr verschiedene Annahmen erklären zu können meinte.

Man glaubte daraus, wie zum Theil schon oben angeführt, von verschiedenen Seiten schliessen zu dürfen, dass die Muskelkraft geliefert werde:

- a) von einer Zersetzung der Eiweissstoffe, von welcher:
 - α) Harnstoff,
 - β) kein Harnstoff, sondern andere stickstoffhaltige sog. Extractivstoffe,
 - γ) gasförmiger Stickstoff geliefert wird,
- b) von einer Zersetzung der stickstofffreien Stoffe,
- c) von einer Zersetzung der beiden Stoffgruppen,
- d) von einem complicirten Vorgang von Dissociation und Synthese der Muskelbestandtheile.

Die Anzahl dieser erklärenden Möglichkeiten spricht für sich selbst.

Aber die angeführten ganz verschiedenartigen Hypothesen und wohl noch eine Anzahl weitere lassen sich aus dem Resultate der allgemeinen Stoffwechsel-

1) SCHMULEWITSCH, Centralblatt f. d. med. W. 1870, S. 609.

untersuchung folgern und zwar mit ziemlich gleichem Rechte, da die Resultate des Gesamtstoffwechsels der bestehenden Compensationen wegen weder die eine noch die andere dieser Annahmen bestätigen oder verlangen.

Alle Stoffe, in welchen für den Organismus verwendbare Spannkräfte sich vorfinden, betheiligen sich, wenn diese freigemacht werden, an der Gesamtkraftproduction des Organismus und speciell des Muskels.

Es ist auch hier für's Erste rein willkürlich, einer Stoffgruppe vor der andern die Fähigkeit zuschreiben zu wollen, durch ihren Umsatz eine bestimmte Kräfteform dem Organismus zu liefern. Die organische Natur zeigt sich nirgends ärmlich in ihren Mitteln beschränkt. Die Vorgänge im Organismus sind so complexer Natur, dass eine einzige Ursache zur Erklärung derselben niemals ausreicht. Wahrscheinlicher als dass nur eine, ist die Annahme, dass alle im Muskel liegenden Kraftquellen zur Erzeugung der äusseren Muskelarbeit herangezogen werden können.

Wir wiederholen aber noch einmal, alle diese Fragen werden von den Untersuchungen über den allgemeinen Stoffwechsel, wegen der bestehenden Compensationen, nicht berührt, diese lehren uns Nichts über die Vorgänge in den einzelnen Organen.

Es sind zur Beleuchtung der hier vorliegenden Verhältnisse von anderen Autoren schon mehrmals Bilder und Gleichnisse verwendet worden.

Vor Allem ist das Bild einer calorischen Maschine beliebt. Wir wollen auch bei diesem stehen bleiben, wenn das Folgende zunächst auch ebenso auf eine durch Wasserkraft getriebene Maschine, ein Wasserrad, oder eine Turbine oder auf jeden anderen beliebigen Motor passen würde.

Denken wir uns eine Dampfmaschine von bestimmter Arbeitsleistung, welche vermittelt einer Transmission verschiedenen Arbeitsmaschinen Arbeitskraft zuführt. Jede Vermehrung der Arbeit einer der Arbeitsapparate, durch rascheren Gang oder durch Vermehrung der Widerstände, wird eine Reduction entweder der Gesamtarbeit aller andern Arbeitsmaschinen oder einzelner derselben herbeiführen.

Wer kann aber auf den Gedanken kommen, aus der Menge des dem Motor zugeführten Kraftquantums, in unserem speciellen Falle der Dampfmaschine, aus der Menge des Heizmaterials, oder aus der Menge des zu seiner Verbrennung verwendeten Sauerstoffs, oder aus der Menge der entstandenen Stoffumwandlungsproducte: der Kohlensäure und dem Wasser, oder aus der Asche einen Schluss zu wagen, ob der oder jener Arbeitsapparat heute gerade stärker als sonst in Anspruch genommen war, was und wie er gearbeitet habe.

Und doch ist der Schluss nur aus den allgemeinen Stoffwechselversuchen auf den Muskelstoff- und Kraftwechsel oder auf den Stoffwechsel irgend eines anderen Organes nicht weniger ungerechtfertigt.

Wir erfahren durch die Vergleichung der allgemeinen Zufuhr von kraftproducirendem Material mit der Abfuhr der Umsatzproducte aus dem Organismus nur Etwas über die Gesamtkraftsumme, die in einer bestimmten Zeit zur Verwendung kam, wie und wo aber diese Verwendung geschah, darüber lehren sie uns Nichts.

Wie sich in unserem obigen Gleichniss die Kraftzufuhr aus dem Kraftreservoir, der Dampfmaschine, zu dem stärker arbeitenden Apparate steigerte, so strömt aus einem Kraftreservoir des animalen Körpers, aus der Säftemasse, zunächst dem Blute, ein stärkerer Strom von Spannkraften zu dem arbeitenden Organe. Und wie dort, während der eine Apparat in gesteigerter Thätigkeit ist, die anderen in ihrer Kraftleistung entsprechend vermindert sind, so findet auch hier ein gleiches Wechselverhältniss zwischen der Thätigkeit der einzelnen Organe statt. Während der erhöhten Thätigkeit des einen ist die Thätigkeit der anderen entsprechend herabgesetzt.

Die Kraftsumme, die zur Verwendung kommt, kann gleich bleiben, obwohl ein Wechsel in der Intensität der Thätigkeit einzelner Organe oder Organgruppen eingetreten ist. —

§. 3.

Untersuchungsplan.

Die folgenden Untersuchungen sollen sich mit den Abwechselungen in der Thätigkeit und dem Stoffwechsel der einzelnen Körpertheile mit dem: Functionswechsel der Organe beschäftigen, eine Frage, deren vollkommene experimentelle Lösung die Kräfte eines Einzelnen freilich weit übersteigt.

Der Gang der Untersuchungen ist folgender:

Da wir in dem Blute ein Mass des dem Organ zur Verfügung stehenden Blastems und Sauerstoffs haben, zweier Grundbedingungen des Stoffwechsels, so war es zunächst geboten, die absolute Gesamtblutmenge der Thiere, die Veränderungen derselben unter physiologischen Einflüssen, vor Allem unter der Einwirkung der Muskelarbeit zu beobachten.

Die Vertheilung des Blutes in den Organen der Thiere bei Muskelruhe wird uns eine Reihe von Aufschlüssen über die Frage verschaffen, wie weit jedes einzelne Organ sich an dem Gesamtstoffwechsel mit betheiligt. Wir können auch in dieser Beziehung die im Organe gleichzeitig enthaltene Blutmenge als ein annäherndes Mass für die in ihm vor sich gehende Stoffzersetzung betrachten. Hier ist die Frage zu lösen, wie weit sich im ruhenden Zustande die die Hauptmasse des Körpers ausmachenden Bewegungsorgane: Muskeln, Nerven, Knochen an dem Stoffwechsel betheiligen, ein wie grosser Antheil dem Drüsenapparate daran zufällt.

Nachdem auf diese Weise ein Einblick in die quantitative Betheiligung der einzelnen Organe am Gesamtstoffwechsel bei verhältnissmässiger Ruhe der Muskeln gewonnen sein wird, muss der Blick gerichtet werden auf die Veränderung der Blutvertheilung durch eine angestrengte Thätigkeit womöglich der gesamten Stammmuskulatur. Hier werden wir die ersten Aufschlüsse über den gesuchten Functionswechsel der Organe erwarten dürfen.

Die Untersuchung wird jedoch bei dieser Weise der Beobachtung nicht stehen bleiben dürfen. Zu einer directen Inangriffnahme derselben bieten sich die grossen Drüsen mit beständiger Ausscheidungsthätigkeit zunächst dem beobachtenden Experimente dar. Die Galleabsonderung, die Nierenabsonderung sind uns direct ein Mass der in diesen Organen stattfindenden Stoff-

vorgänge. Diese Ausscheidungen müssen gemessen werden bei Ruhe der Muskeln und bei Arbeit derselben, um die Wechselwirkung der Thätigkeit der Organe auf einander direct nachzuweisen.

Ueber die Grösse des Muskelstoffwechsels in der Muskelruhe im Verhältniss zu dem der übrigen Körperorgane geben uns vielleicht Versuche Aufschluss an Thieren, die man zuerst im Vollbesitz ihrer Muskulatur, dann zum Vergleich nach Ausschneidung einer bestimmten Muskelmenge auf ihren Stoffwechsel untersucht hat. Offenbar werden sich hierzu vor allem kaltblütige Thiere eignen, welche operative Eingriffe besser ertragen als Warmblüter.

Eine Reihe anderer Fragen werden uns dabei noch gelegentlich aufstossen und, soweit sie dem Plane der Untersuchung nicht zu weit entfernt liegen, ihre Erledigung finden.

So werden hier, so viel mir bekannt, zum ersten Mal directe Bestimmungen der in 24 Stunden vom Menschen ausgeschiedenen Gallenmengen veröffentlicht werden.

Wir gehen zu den Versuchen selbst über; zunächst wenden wir uns zur Bestimmung der Gesamtblutmengen in geruhten Thieren.

Abschnitt I.

Betheiligung des Bluts

am

Gesammtstoffwechsel

während der Ruhe und Thätigkeit der Muskeln.

Abchnitt I

Bestimmung des Blutes

Bestimmung des Blutes

Bestimmung des Blutes

Capitel I.

Die Blutmengen geruhter Thiere mit Rücksicht auf den Stoffwechsel.

§. 1.

Zur Methode der Blutmengenbestimmung.

Unter den verschiedenen Bestimmungsmethoden der Blutmenge von Thieren¹⁾ hat sich bis jetzt nur eine eines vollkommen wissenschaftlichen Zutrauens zu den mit ihrer Hülfe gewonnenen Resultaten zu erfreuen gehabt.

Die WELCKER'sche Blutprobe²⁾, welche auf der Voraussetzung der gleichen Hämoglobinemengen aus dem Blute des gleichen Individuums beruht, zeigt bekanntlich nach der gewöhnlich verwendeten volumetrischen Methode ausgeführt eine vollkommen genügende Genauigkeit zur exacten Entscheidung wissenschaftlicher Fragen, wenn es sich um die Blutmengenbestimmung in einer gegebenen wässerigen Blutlösung aus reinem Blute handelt. Es ist bei genügender Uebung nicht schwer, bei derartigen Bestimmungen, für welche WELCKER seine Probe zunächst ersann und verwendete, dieselbe Genauigkeit in den Resultaten zu erlangen, die der Erfinder der Methode selbst an derselben rühmt. Und auch darin müssen wir ihm aus vielfältiger Erfahrung beistimmen, dass schon die ersten Versuche für Jemanden, der an physikalische Untersuchungen gewöhnt ist und eine normale Farbenempfindung besitzt, mit überraschender Schärfe ausfallen.

Verwendet man diese an sich so exacte volumetrische Methode der vergleichenden Hämoglobinbestimmung nun aber zur quantitativen Messung der Blutmengen eines thierischen Organismus, so kommen die vielfältig erwähnten Schwierigkeiten derselben zu Tage.

HEIDENHAIN hat die Genauigkeit der Methode nach dieser Richtung geprüft³⁾. Er fand die verschiedene Färbekraft des arteriellen und venösen Blutes bei dem

1) VALENTIN, Repertorium für Anatomie und Physiologie, III. Bd. 1838. pg. 281. Canstatt. Jahresbericht 1844. pg. 169. LEHMANN, physiologische Chemie, II. Bd. 1853. pg. 234. VIERORDT, Archiv für physiolog. Heilkunde. Bd. 10. pg. 450.

2) H. WELCKER, Blutkörperchenzählungen und farbenprüfende Methode. Prager Vierteljahrsschr. IV. Bd. 1854. pg. 41. — Derselbe: der Gehalt des Bluts an gefärbten Körperchen. Archiv des Vereins für gemeinsch. Arbeiten, I. Bd. 1854. pg. 495. — Derselbe: Zeitschrift für rationelle Medicin III. Reihe. IV. Bd. 1858. pg. 445.

3) R. HEIDENHAIN, Disquisitiones crit. et experiment. de sang. quant. in mammal. corp. extant. Halis 1857.

gleichen Individuum. Es ist nach seinen Bestimmungen die Färbekraft des arteriellen Blutes höher als die des venösen bei demselben Thiere, ein Resultat, welches mit dem meinigen im Principe übereinstimmt, doch fand ich den Unterschied meist gering, öfters fast in den Fehlergrenzen liegend.

Es entspringt aus der verschiedenen Färbekraft ein Fehler in der Angabe der Blutmenge für das Thier, die entsprechend etwas zu gross ausfällt, wenn man arterielles, zu klein, wenn man venöses Blut allein als Hämoglobinprobe verwendet hat.

Das verschiedene Färbevermögen des Blutes aus den verschiedenen Bezirken der Blutbahn hängt, worauf schon von anderer Seite aufmerksam gemacht wurde, wenn wir den Versuch unter den Bedingungen der volumetrischen WELCKER'schen Blutprobe machen, wo stets die Blutlösung mit dem Sauerstoff des Wassers und der Luft in Berührung kommt, wie es scheint, zunächst nicht sowohl davon ab, dass das reducirte Hämoglobin stärker färbt als das sauerstoffhaltige, als davon, dass bekanntlich die Concentration des Blutes die Menge der farbigen Körperchen und damit der Gesammthämoglobingehalt in den verschiedenen Gefässprovinzen verschieden ist.

A. v. BEZOLD hat vorgeschlagen ¹⁾, den Antheil, welchen die beiden Modificationen des Hämoglobins an der Ungenauigkeit haben könnten, dadurch auszuschliessen, dass man vor dem Versuch alles Hämoglobin in Kohlenoxyd-Hämoglobin umwandelte. Der Nutzen dieser Umwandlung liegt auf der Hand: die Farbe des arteriellen und venösen Blutes ist dann gleich.

Bei der practischen Ausführung, die zunächst noch unter A. v. BEZOLD's Leitung Dr. GSCHIEDLEN ²⁾ versuchte, stellen sich Schwierigkeiten in den Weg. Dr. GSCHIEDLEN suchte das Blut durch Einleiten von kohlenoxydhaltigem Leuchtgas mit Kohlenoxyd zu sättigen, nachdem die Thiere durch dasselbe Gas getödtet waren.

Eine Anzahl von Versuchen ergab mir, dass auch nach längerem Einleiten von reinem Kohlenoxydgas in Blut und Blutlösungen die Ueberführung des Hämoglobins in Kohlenoxydhämoglobin noch nicht vollkommen gelungen war, sodass eine Blutprobe nach dem Einleiten unter Umständen also noch als eine uncontrolirbare Mischung aus gelöstem Kohlenoxydhämoglobin, Oxyhämoglobin und reducirtem Hämoglobin erscheinen kann, dass somit zu den zwei zuerst vorhandenen uncontrolirbaren Factoren nun noch ein dritter ebensowenig bestimmbarer hinzukommt. Die Verschiedenheiten der Concentration der Hämoglobinlösung, d. h. des Blutes in den verschiedenen Bezirken des Organismus, wird selbstverständlich dadurch nicht beseitigt. Es würde sich also doch immer noch, auch wenn alles Hämoglobin in Kohlenoxydhämoglobin im lebenden Organismus umgewandelt wäre, eine Berücksichtigung des venösen und arteriellen Blutes im HEIDENHAIN'schen Sinne empfehlen.

Jedermann weiss, dass die Sättigung des Hämoglobins mit Kohlenoxyd in dem Augenblick des Todes von Säugethieren durch dieses Gas fast immer erst theilweise eingetreten ist ³⁾, so dass die gewünschte Ausgleichung des Blutes,

¹⁾ Würzburger physiol. Untersuchungen Bd. III. pg. 148.

²⁾ a. a. O. S. 143 ff.

³⁾ Man vergl. dagegen J. MASIA, Zur qualitativen Blutanalyse, VIRCHOW's Archiv XXXIV.

die eine Vernachlässigung des von HEIDENHAIN entdeckten Versuchsfehlers vielleicht rechtfertigen würde, bei durch Kohlenoxyd vergifteten Säugethieren so ohne Weiteres wohl nicht angenommen werden darf.

Nur bei kaltblütigen Thieren, z. B. Fröschen, die bekanntlich viele Stunden lang in reinem Kohlenoxydgas leben, ist beim Tode die Sättigung des Hämoglobins mit Kohlenoxydgas wohl immer eine vollkommene.

Der Vorschlag BEZOLD's lässt sich nach dem Gesagten dahin präcisiren, dass es für die volumetrische WELCKER'sche Blutprobe wünschenswerth ist, den Unterschied zwischen Oxyhämoglobin und reducirtem Hämoglobin zu verwischen und alles Hämoglobin in eine einzige Modification überzuführen. Da es sich aber eben nachweisen liess, dass die Ueberführung eines Theiles des Hämoglobins in Kohlenoxydhämoglobin durch Vergiften eines Säugethiers mit Kohlenoxyd bei der quantitativen Blutmengenbestimmung die Berücksichtigung des arteriellen und venösen Blutes nicht unnöthig macht, so können wir von dem primären Gedanken BEZOLD's an Kohlenoxyd absehen und die Gleichheit des Hämoglobins in den verschiedenen Proben dadurch zu erreichen suchen, dass wir seine Gesamtmenge in Oxyhämoglobin überführen. Es gelingt das in der leichtesten und einfachsten Weise bekanntlich durch Schütteln der geeignet verdünnten Blutlösung mit Luft, wodurch alles etwa vorhandene reducirte Hämoglobin im Sauerstoff gebunden wird. Das Schütteln wird mit beiden Proben vor der Farbenvergleichung ausgeführt, wozu sie in Glaskolben von entsprechender Grösse gebracht werden, aus denen sie vorsichtig in die Hämoglobinoscope zurückgegossen werden. Als solche verwende ich gerne neben den Gefässen HOPPE's mit planparallelen Glasplatten auch noch zur definitiven Entscheidung über die Farbengleichheit die alten WELCKER'schen Glasröhren. Glasröhren von der gleichen Weite wie die HOPPE'schen Gefässe aus dem gleichen Glase, von genau gleicher Glasdicke und Weite im Lichten, haben vor den parallelwandigen Gefässen voraus; dass wir bei ihnen bei der Untersuchung im durchfallenden Lichte nicht nur die eine Farbenstärke vor dem Auge haben, die dem grössten Durchmesser des Gefässes entspricht, sondern dass wir die Farbe in den zartesten Unterschieden von den Rändern der Röhrchen bis zur Mitte zunehmen sehen. Das Auge hat daher, wenn es zwei solche mit den zu vergleichenden Blutlösungen gefüllte Röhren betrachtet, eine grössere Summe von Eindrücken gleichzeitig zu vergleichen, die alle identisch sein müssen, wenn die Blutproben gleich concentrirt sind.

Die HEIDENHAIN'sche Berücksichtigung der verschiedenen Färbekraft des arteriellen und venösen Blutes macht die Voraussetzung, dass im Organismus die Menge der beiden Blutarten gleich gross sei, und dass in den verschiedenen Gefässprovinzen die Färbekraft des venösen Blutes keinen wesentlicheren Schwankungen unterliege. Es genügt darum, aus einer beliebigen Vene und Arterie Blut zu entnehmen und mit diesen Proben die Bestimmungen auszuführen, das Mittel aus beiden Resultaten ergiebt dann den wahren Blutgehalt des Thieres. Obwohl die beiden Voraussetzungen nicht stricte richtig sind, so müssen wir doch in Ermangelung einer vollkommneren Methode bei der auf ihnen basirenden festhalten. Käme es dagegen darauf an, nicht die Menge des flüssigen Blutes, sondern die Gesamtquantität des Hämoglobins zu bestim-

men, was unter Umständen noch von grösserer wissenschaftlicher Bedeutung sein kann, so würde eine directe Hämoglobinbestimmung etwa auf optischem Wege nach PREYER ¹⁾ in einer irgendwie gewonnenen Blutprobe genügen, mit welcher man dann volumetrisch nach der WELCKER'schen Weise die Gesamtwaschflüssigkeit vergleichen kann. Hier fällt also der Unterschied zwischen venösem und arteriellem Blute weg, wenn wir nicht vergessen, zuerst alles Hämoglobin in Oxyhämoglobin überzuführen. Bei den folgenden Versuchen kam es aber auf die Menge des Gesamtblutes, vorerst abgesehen von seinem Hämoglobingehalte und seiner übrigen Zusammensetzung an und der genannte Unterschied war sonach zu berücksichtigen.

Zur Vereinfachung der Bestimmung wurde bei Säugethieren venöses und arterielles Blut zur Hauptblutprobelösung in gleichem Volumen gemischt. Dadurch war eine doppelte Bestimmung unnöthig gemacht, die gewonnenen Zahlen geben direct im HEIDENHAIN'schen Sinne die Blutmengen der Thiere an.

Noch wichtiger als die eben genannten Factoren, welche bei einer exacten Blutmengebestimmung nach WELCKER's Methode Berücksichtigung erheischen, sind andere, die sich 1) auf die erforderliche Reinheit der Blutlösungen, 2) auf die Gewinnung alles Haemoglobins in wässrige Lösung, 3) auf das Verhältniss des Organfarbstoffs zu dem Blutfarbstoff, 4) auf die exacte Gewichtsbestimmung des zu untersuchenden Thieres beziehen.

Wie schon gesagt, bezieht sich die oben gerühmte Genauigkeit der volumetrischen Methode nur auf reine Blutlösungen. Sie müssen vor allem vollkommen klar sein, um bei durchfallendem Lichte untersucht werden zu können. Auffallendes Licht lässt die Farbendifferenzen viel weniger scharf erkennen.

Die zuerst gewonnene gemischte Blutprobe entspricht vollkommen diesem Bedürfnisse, ebenso das weiter ausgeflossene Blut. Die durch Ausspritzen des Körpers und noch mehr durch Auslaugen und Auspressen der feingehackten Organe mit Wasser gewonnenen Waschflüssigkeiten zeigen sich dagegen primär stets mehr weniger trüb und undurchsichtig. Hierin liegt eine der Hauptschwierigkeiten der Bestimmung. Nach längerem Stehen klären sich die Flüssigkeiten von selbst, aber erst durch öfteres Filtriren durch mehrfache Filter von dichtem Papier gewinnen sie die nöthige Reinheit, die eine exacte Vergleichung ermöglicht. Hier hat nun die grösste Treue in der Versuchsausführung Aussicht auf Erfolg. Die gefärbten Waschwasser werden daher nicht gemischt, gemeinsam untersucht werden dürfen. Die verschiedenen Portionen der Blutflüssigkeiten: ausgeflossenes, ausgespritztes und abgewaschenes Blut, die mehrfachen Extracte der gehackten Organe erfordern eine gesonderte Prüfung. Die gehackten Eingeweide mit Gehirn und Rückenmark sind von den Bewegungsorganen und Haut getrennt auszuziehen, da alle diese genannten Blutlösungen verschieden leicht und vollständig auf den erforderlichen Grad der Reinheit gebracht werden können. Wenigstens Leber, Gedärme und Nervencentren müssen unter allen Umständen von den übrigen leichter vollkommen klare Lösungen gebenden Theilen des Körpers bei dem Auslaugen getrennt

1) Annalen der Chemie und Pharm. CXL, S. 187—200.

bleiben. Die Mühe des Versuchs wird dadurch freilich vervielfacht. Doch schärfen die mehrfachen Vergleichen für jeden Einzelversuch die Fähigkeit der Farbenunterscheidung, was der Genauigkeit des Gesamtversuchsergebnisses zu Gute kommt.

Der zweite Punkt, auf den wir noch die besondere Aufmerksamkeit lenken müssen, ist die Nothwendigkeit der Gewinnung alles Haemoglobins in wässrige Lösung. Man kann das nur durch mehrmaliges Auslaugen der zerhackten, durch Verbluten und Ausspritzen mit Brunnenwasser schon möglichst von Blut befreiten Organe erreichen, nicht mit Kochsalzlösung von $\frac{1}{2}$ —1%, welche die Diffusion des Haemoglobins in die Waschflüssigkeit mehr weniger hindert, noch mit destillirtem Wasser, das die Blutkörperchen zwar rasch zerstört, die Gewebe aber auch zu stark imbibirt, so dass es nicht möglich ist, die Flüssigkeit genügend aus ihnen wieder auszupressen. Der Versuch die Gesammthämoglobinmenge zu erhalten durch Ausspritzen der Gefässe des sonst unverletzten Thieres mit Kochsalzlösung von $\frac{1}{2}$ —1% oder Brunnenwasser oder gar mit destillirtem Wasser gibt unter allen Umständen ein unvollkommenes Resultat. Die Gewebe zeigen unter dem Mikroskope stets noch einen Gehalt an Blutkörperchen respective Blut, über dessen Menge man ein wissenschaftliches Urtheil vollkommen entbehrt, so dass der Fehler nicht einmal annähernd geschätzt werden kann. Jeder, der Ausspritzungsversuche in grosser Anzahl gemacht hat, kann diese Angabe bestätigen. Es können sonach Versuche, welche die Gesamtblutmenge durch Ausspritzen der Gefässe zu sammeln unternehmen, niemals auf volle Genauigkeit Anspruch machen.

Es führt uns diese Bemerkung sogleich auf einen weiteren, dritten Punkt, der unsere Berücksichtigung in Anspruch nimmt: auf das Verhältniss des Organfarbstoffs zum Blutfarbstoff bei diesen Versuchen. Man hat versucht¹⁾ die Menge des Organfarbstoffes resp. des Muskelfarbstoffes, der mit dem Blutfarbstoff identische Eigenschaften zu besitzen scheint²⁾, dadurch einer gesonderten quantitativen Bestimmung zu unterwerfen, dass man zuerst die Gesamtblutmenge bestimmte durch Ausspritzen der Gefässe mit Kochsalzlösung von $\frac{1}{2}$ %, welche in die Gewebe der Säugethiere gar nicht oder doch nur langsam imbibirt, und die, wie schon gesagt, auch die Diffusion des Hämoglobins aus den Blutkörperchen und von da in die Gewebe hindert. Die aus den zerhackten Muskeln nachher noch mit Wasser ausgelaugte mehr weniger, oft freilich nur noch schwach gefärbte Flüssigkeit sollte dann nur den Muskelfarbstoff enthalten. Es steht dieser Methode kein anderes Bedenken entgegen als das, dass eben auch aus den Muskeln durch Ausspritzen nicht alles Blut vollkommen entfernt werden kann, so dass sich also der Farbstoff des restirenden Blutes dem Muskelfarbstoff zumischt und als solcher in den Resultaten erscheint. Dass, wie zu erwarten, diese Zumischung von Blut eine schwankende Grösse sei, scheinen auch die Zahlen zu ergeben, die Dr. GSCHIEDLEN für den Muskelfarbstoff anführt³⁾, welche grosse Differenzen zeigen. Ein grösseres

1) GSCHIEDLEN a. a. O.

2) KÜHNE, Ueber den Farbstoff der Muskeln. VIRCHOW, Archiv. Bd. 33, pg. 79. Derselbe, Lehrbuch der physiolog. Chemie 1868. S. 288.

3) a. a. O. pg. 153.

wissenschaftliches Vertrauen dürften nur seine Minimalzahlen beanspruchen können. Da diese Schwierigkeiten sich für jetzt nicht exact überwinden lassen, so musste hier von einer gesonderten Bestimmung des Muskelfarbstoffes und des Hämoglobins des Blutes abgesehen werden. Der Gallenfarbstoff, soweit er in der Gallenblase enthalten ist, lässt sich ohne Schwierigkeit aus den Versuchsergebnissen ausschliessen, unmöglich ist das dagegen bei dem in dem Parenchym der Leber selbst enthaltenen, der also stets einen uncontrolirbaren Versuchsfehler bedingt. Von den Farbstoffen der übrigen Organe gilt m. m. das von dem Muskelfarbstoff Gesagte.

Der vierte und letzte Punkt unserer Betrachtung bezieht sich auf die Gewinnung des wahren Gewichtes der auf ihre Blutmengen zu untersuchenden Thiere.

Bei Fleischfressern bietet diese Aufgabe nur sehr geringe Schwierigkeiten, anders bei den Nagethieren, von denen besonders das im Stall gefütterte Kaninchen stets eine so enorme Menge von Nahrungsresten in Magen und Darmcanal besitzt, dass dadurch das Gesamtgewicht auf das Wesentlichste beeinträchtigt wird. Ich kann nicht damit übereinstimmen, wenn man es für möglich hält, das wahre Körpergewicht (Reingewicht) von Kaninchen dadurch zu finden, dass man von dem direct bestimmten Rohgewicht des Thieres eine aus mehrfältigen Bestimmungen an anderen Individuen gefundene Mittelzahl für die s. v. v. Kothmenge in Magen, Darm und Harnblase desselben abzieht. Es kann vorkommen, dass bei Thieren von gleichem Alter, gleicher körperlicher Ausbildung und fortgesetzt gleicher Fütterung in demselben Locale die Kothmengen eine ziemliche Uebereinstimmung zeigen, aber es muss trotzdem nach den im Folgenden mitzutheilenden Bestimmungen und Resultaten verlangt werden, dass für die Erlangung des Reingewichtes bei jedem Kaninchen eine directe Bestimmung der Quantität seines Magen- und Darminhalts gemacht werde ¹⁾.

Diese letzte Betrachtung leitet uns zu den Versuchen selbst über.

§. 2.

Vorversuche über freiwillige Nahrungsaufnahme von Kaninchen.

In Folgendem wird eine Anzahl von Blutbestimmungen an Kaninchen mitgetheilt werden, bei denen ohne Ausnahme das Reingewicht direct bestimmt worden ist, durch Wägung des Kothes. Es wurde dadurch der Versuch selbst wesentlich erschwert. Doch hat die auf die hier gegebenen Verhältnisse gelenkte Betrachtung einige nicht unwichtige Resultate ergeben, die sogleich einleitend angeführt werden sollen. Wir werden aus ihnen vorläufige Gesichtspunkte für die Deutung später mitzutheilender Resultate erhalten. In der folgenden Tabelle sind die directen Wägungsergebnisse des Darm- und Mageninhaltes und des Rohgewichtes und die daraus berechneten Verhältnisszahlen zusammengestellt. Die Wägung des Kothes ist mit der grössten Genauigkeit ausgeführt, Gewichts differenzen unter einem Gramm wurden der Rechnung wegen ausgeglichen. Der Inhalt des Magens, und Darms wird in den folgenden

1) Der Blaseninhalt kann durch Druck gegen die Blase vor der Bestimmung des Rohgewichtes entfernt werden.

Tabellen als Darminhalt oder Koth bezeichnet, derselbe Sinn ist den letzteren Worten auch in den folgenden Auseinandersetzungen beizulegen. Im Uebrigen erscheint die Tabelle an sich verständlich.

Tabelle I.
Ueber den Darminhalt der Kaninchen.

Versuchs- Nummer.	Rohgewicht in Grammen.	Reingewicht in Grammen.	Kothgewicht in		
			Grammen.	Procenten des Rohgewichts.	Verhältniss zum Rohgewicht.
1.	307,5	221,5 (ganz fettlos)	86	27,9 ⁰ / ₀	1 : 3,6
2.	399	288	111	27,9 ⁰ / ₀	1 : 3,6
3.	569	418	151	26,5 ⁰ / ₀	1 : 3,7
4.	608	468	140	23,0 ⁰ / ₀	1 : 4,3
5.	631	520	111	17,6 ⁰ / ₀	1 : 5,6
6.	743	626	117	15,7 ⁰ / ₀	1 : 6,3
7.	773	685	88	17,8 ⁰ / ₀	1 : 5,5
8.	799	629	170	22,5 ⁰ / ₀	1 : 4,4
9.	851	655	196	23,0 ⁰ / ₀	1 : 4,3
10.	1198	1023 (fett)	175	14,6 ⁰ / ₀	1 : 6,8
11.	1385	1093	292	21,1 ⁰ / ₀	1 : 4,6
12.	1596	1244	353	22,0 ⁰ / ₀	1 : 4,6
13.	1672	1234 (mager)	438	25,6 ⁰ / ₀	1 : 3,9
14.	1664	1304	360	21,6 ⁰ / ₀	1 : 4,5
15.	1682	1422 (Männchen)	260	15,6 ⁰ / ₀	1 : 6,4
16.	1719	1460 (Weibchen)	259	15,0 ⁰ / ₀	1 : 6,6
17.	1743	1463 (Weibchen)	280	16,0 ⁰ / ₀	1 : 6,2
Im Mittel abgerundet :				20,0 ⁰ / ₀	1 : 5

Die Thiere waren längere Zeit in dem Versuchsstalle des Laboratoriums reichlich genährt worden; es mag damit zusammenhängen, dass wir hier im Allgemeinen höhere Zahlen für den Darminhalt antreffen als in den Angaben anderer Autoren. HEIDENHAIN macht a. a. O. direct darauf aufmerksam, dass bei seinen Versuchen keine controlirte Fütterungsperiode vorherging.

Der Darminhalt ¹⁾ beträgt im Mittel (abgerundet) :

$$20\% = \frac{1}{5} \text{ des Körpergewichts,}$$

¹⁾ WELCKER fand den Darminhalt der Kaninchen zu $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{5}$ des Körpergewichts = 14 und 20% GSCHEIDLEN fand ihn im Mittel nur zu 14%.

es ist sonach das Rohgewicht des Kaninchens nur das 5-fache von dem Gewichte des Darminhalts, sie verhalten sich zu einander wie

$$1 : 5.$$

Aus den angeführten Zahlen der Tabelle geht jedoch weiter hervor, dass es unter den hier bestehenden Versuchsbedingungen vollkommen unstatthaft gewesen wäre, diese Mittelzahl $= 20\%$ den Berechnungen des Reingewichts zu Grunde zu legen. Die direct beobachteten Werthe weichen von dem berechneten Mittelwerthe so weit ab, dass wir durch die Berechnung des Reingewichtes Fehler in die Versuche eingeführt hätten, die weit grösser sein würden als alle die aus den in §. 1 dieses Capitels zusammengestellten anderen Fehlerquellen zusammen genommen hervorgehenden.

Es wurde gefunden als:

Minimum	14,6% $= 1 : 6,8$
Maximum	27,9% $= 1 : 3,6$

es verhält sich also das Minimum zum Maximum fast wie

$$1 : 2 \text{ (genau } 1,9),$$

das Maximum ist um 92% grösser als das Minimum, d. h. beinahe um das Doppelte. Das Resultat genügt, um von nun an eine Berechnung des Reingewichts aus einer Mittelzahl für den Darminhalt bei Kaninchen als unzulässig erscheinen zu lassen. Versuche, bei denen eine derartige Berechnung mit unterläuft, machen nicht Anspruch auf volle Genauigkeit der Resultate.

Ausser diesem negativen Resultate liefern jedoch die eben mitgetheilten Resultate einige positive Ergebnisse.

Die Versuche sind in der Tabelle so geordnet, dass von den kleinsten und jüngsten Thieren bis zu den fettesten und schwersten fortgeschritten wird.

Es fällt sogleich bei dem ersten Blick auf, dass die höchsten Werthe für den Darminhalt bei den ersten, den jüngsten Thieren gefunden worden sind. Bei den beiden in der Tabelle zuerst stehenden Thieren beträgt der Darminhalt übereinstimmend fast $28\% = 1 : 3,6$.

Auf der andern Seite finden wir am Ende der Tabelle, wo die Versuche an den schwersten und fettesten Tieren verzeichnet sind, auffallend geringe, aber ebenfalls übereinstimmende Werthe verzeichnet $1 : 6,6 = 15,5\%$.

Bei den mittleren Thieren finden sich vorwiegend zwischen den beiden Extremen liegende Zahlenwerthe. Bei ihnen schwankt der Gehalt an Nahrungstoffen im Darm am bedeutendsten.

Es ist kaum zu verkennen, dass sich in diesen Ergebnissen ein Naturgesetz auszusprechen scheint, das für die Ernährungslehre nicht ohne Bedeutung ist. Es ergibt sich hier, dass die gleichzeitig in den Eingeweiden sich vorfindende Nahrungstoffmenge, oder was dasselbe zu bedeuten scheint, die in der Zeiteinheit aufgenommene, allein durch das normale Nahrungsbedürfniss geregelte, Nahrungstoffmenge bei jüngeren, kleineren und magereren Thieren (Kaninchen) eine relativ viel grössere ist als bei älteren, grösseren, fetteren.

Dieses Resultat erscheint klarer, wenn wir die Versuchsthiere nach ihrem Körpergewicht in natürliche Gruppen trennen und uns zunächst an die Mittelzahlen aus den Beobachtungen halten, wir bekommen dann folgende kleine

Hülftabelle:

Kaninchen	Darminhalt	
	in Procenten:	im Verhältniss zum Rohgewicht:
1. ganz kleine Thiere, Nr. 1 und 2, Reingewicht unter 300 Gramm	27,9%	1 : 3,6
2. grössere Thiere, Nr. 3 — 9 incl., Reingewicht unter 700 Gramm	22,3%	1 : 4,4
3. grosse, meist magere Thiere, Nr. 10—14 incl., Reingewicht bis 1300 Gramm	20,9%	1 : 4,8
4. grosse, sehr fette Thiere, Nr. 15 — 16 incl., Reingewicht über 1400 Gramm	15,5%	1 : 6,4

Die Mittelzahlen zeigen sonach eine fortschreitende relative Abnahme des Darminhaltes mit dem zunehmenden Körpergewicht. Vereinigen wir die Rubriken 2 und 3 in der vorstehenden Tabelle, so erscheint die Abnahme als eine stetige.

Die gleichzeitig im Darm enthaltene Stoffmenge erscheint wie gesagt direct als ein Mass für die in der Zeiteinheit aufgenommene Nahrungsmenge. Die Thiere wurden alle gleich gefüttert und nach der gleichen Fütterungszeit Morgens 10 Uhr getödtet; die Geschwindigkeit der Verdauung ist bei jüngeren Individuen nachweislich eher grösser als bei älteren, so dass nicht angenommen werden kann, dass bei den ersteren sich mehr Nahrungsstoffe in den Eingeweiden gleichzeitig anhäufen können bei relativ gleicher Nahrungsaufnahme.

Die Nahrungsaufnahme ist bei gesunden Thieren dem Nahrungsbedürfniss und dem Gesamtstoffwechsel entsprechend.

Danach können wir vorläufig die hier zu Grunde liegende Gesetzmässigkeit etwa so formuliren:

1. Im Allgemeinen ergibt sich, dass die kleinsten, jüngsten (fettlosen) Thiere am meisten Nahrungsstoffe gleichzeitig in den Eingeweiden enthalten, sie nehmen sonach mehr Nahrungsstoffe auf als grössere, ihr Nahrungsbedürfniss und damit ihr Gesamtstoffwechsel im LIEBIG'schen Sinne ist bedeutender als bei grösseren und älteren (fetteren) Thieren.

2. Die Thiere von von einem mittleren Gewichte schwanken am stärksten in dem Gehalte an Nahrungsstoffen in den Därmen. Hier sind Nahrungsbedürfniss und Stoffwechsel in ihrer Grösse nach anderweitigen Bedingungen schwankend, im Mittel nehmen aber beide mit dem höheren Körpergewichte ab.

3. Die grössten und fettesten (gemästeten) Thiere haben relativ und absolut weit weniger Nahrungsstoffe im Darm, sie haben also relativ und absolut ein kleineres Nahrungsbedürfniss, einen geringeren Gesamtstoffwechsel.

Wir können hier sogleich die Frage nach den Gründen dieser Verschiedenheiten in dem Stoffwechsel von Thieren von verschiedenem Alter und verschie-

denem Körperzustande anregen, wenn auch an späteren Stellen erst weitere Beweismittel für die hier aufgestellten Sätze folgen sollen.

Aus den von BISCHOFF, HENNEBERG, PETTENKOFER, VOIT, J. RANKE u. A. angestellten Ernährungsversuchen ergibt sich, dass die Grösse des Gesamtstoffwechsels von zwei Factoren in entgegengesetztem Sinne beeinflusst wird. Der Stoffwechsel wird vermehrt mit der gleichzeitig im Körper vorhandenen, circulirenden Menge des eiweisshaltigen Plasmas. Dieser Plasmastrom wird zum Theil und zuerst von dem Blute repräsentirt, mit der Blutmenge müssen wir sonach den Stoffumsatz im Organismus zunehmen sehen. Der andere im entgegengesetzten Sinne wirkende Factor ist der gesteigerte Fettgehalt des Organismus (in Nahrung und Organen), wir sehen dadurch den Stoffumsatz herabsinken.

Wie die gesteigerte Blutmenge einen gesteigerten Umsatz hervorzurufen vermag, ist sogleich klar, da das Blut die Hauptstoffwechselbedingungen in sich enthält. Wir werden da, wo wir einen gesteigerten Stoffwechsel antreffen, auch eine grössere Blutmenge erwarten dürfen.

Wenn der gesteigerte Fettgehalt eines Thieres einen Einfluss auf die Blutmenge in dem Sinne einer Verminderung derselben nachweisen lassen würde, so würden wir die aus der geringeren Nahrungsaufnahme fetter Thiere sich ergebende Herabsetzung ihres Stoffwechsels direct verstehen können. Wir werden also darauf unsere Aufmerksamkeit zu richten haben.

Die folgenden Versuche an Kaninchen werden über diese primär angeregten Fragen Entscheidung bringen. Es wird sich jedoch noch weiter zeigen lassen, dass die Organe nicht alle gleichwerthig für den Stoffumsatz sind, und dass mit einer Veränderung in den relativen Gewichtsverhältnissen der Verdauungsorgane (Eingeweide) zu den Bewegungsorganen auch eine Veränderung des Gesamtstoffwechsels eintreten müsse.

In Beziehung auf die Blutmenge werden wir zunächst vermuthen müssen, dass den wesentlichen Differenzen in der Nahrungsaufnahme entsprechend bei Thieren, die scheinbar denselben Lebensbedingungen längere Zeit hindurch unterworfen waren, auch wesentliche Differenzen in dem Blutgehalte sich finden werden. Die letzten Auseinandersetzungen erregen sogar direct die Erwartung, dass die Blutmenge wenigstens im Allgemeinen eine regelmässige, gesetzmässige Zunahme mit dem steigenden Nahrungsbedürfniss e. v. v. erkennen lassen werde.

§. 3.

Gesamtblutmengen geruhter Kaninchen.

Vom **Verfasser** und **Dr. E. Daxenberger**.

Die Blutmengen wurden bestimmt an geruhten:

- 14 Kaninchen,
- 1 Meerschweinchen,
- 2 Hunden,
- 2 Katzen,
- 14 Fröschen.

In folgender Tabelle sind zuerst die für Kaninchen gewonnenen Hauptresultate zusammengestellt, die Tabelle erklärt sich selbst.

Tabelle II.
Gesamtblutmenge von Kaninchen.

Versuchs- Nummer.	Rohgewicht in Grammen.	Reingewicht in Grammen.	Blutgewicht in		Verhält- nisszahl zwischen Blut und Körper- gewicht.
			Grammen.	Procenten.	
1.	307,5	221,5 (fettlos)	18,07	8,2 ⁰ / ₀	1 : 12,3
2.	399	288	19,73	6,9 ⁰ / ₀	1 : 14,6
3.	569	418	25,46	6,1 ⁰ / ₀	1 : 16,4
4.	631	520	30,07	5,8 ⁰ / ₀	1 : 17,2
5.	743	626	33,02	5,3 ⁰ / ₀	1 : 18,0
6.	799	629	42,82	6,8 ⁰ / ₀	1 : 15,0
7.	851	655	40,89	6,3 ⁰ / ₀	1 : 16,0
8.	773	685	45,42	6,6 ⁰ / ₀	1 : 15,2
9.	1198	1023 (fett)	39,39	3,7 ⁰ / ₀	1 : 29,0!
10.	1672	1234 (mager)	81,40	6,5 ⁰ / ₀	1 : 15,4!
11.	1596	1244	55,03	4,4 ⁰ / ₀	1 : 22,0
12.	1664	1422 (Männchen)	48,81	3,4 ⁰ / ₀	1 : 29,0
13.	1719	1460 (Weibchen)	53,24	3,7 ⁰ / ₀	1 : 27,0
14.	1743	1463 (Weibchen)	42,49	3,0 ⁰ / ₀	1 : 33,0!
Im Mittel:				5,4 ⁰ / ₀	1 : 18
Meer- schweinchen	243,5	190,5	11,113	5,8 ⁰ / ₀	1 : 16

Durch die älteren Versuche einer Blutbestimmung an Thieren wurden zunächst Mittelzahlen für die Blutmengen derselben gewonnen, die dem ersten Bedürfnisse, diese Frage im Allgemeinen zu erledigen, entsprachen. Mit Ausnahme WELCKER'S und HEIDENHAIN'S, die auch für die im Folgenden zu besprechenden Verhältnisse die ersten Andeutungen geben, hat man sich, oft wohl unabsichtlich, bei den Blutbestimmungen meist an ausgewachsene Thiere von möglichst gleichmässigem Körperzustande gehalten.

An diesem Orte kommt es nicht darauf an, eine gewisse Gleichmässigkeit in den Angaben über den Blutgehalt ein und derselben Thierart zu erhalten, im Gegentheil musste gerade auf die Grenzen der physiologischen Schwankungen in dieser Beziehung alle Aufmerksamkeit gelenkt werden, da es ja beabsichtigt ist, die Gesamtblutmenge und die Blutvertheilung unter dem Einfluss wechselnder physiologischer Bedingungen zu untersuchen. Es mussten also Thiere von möglichst verschiedenem Körperzustande untersucht werden.

Es fällt sogleich auf, dass die in Tabelle II zusammengestellten relativen Blutmengen sehr bedeutende Schwankungen erkennen lassen, die wohl grösser sind, als man sie bisher vermuthete.

Es fanden sich als Grenzwerte des relativen Blutgehalts:

Maximum 8,2% oder 1 : 12,3

Minimum 3,0% oder 1 : 33,0.

Das procentische Minimum verhält sich zum Maximum wie

1 : 2,73;

letzteres ist nahe um das Dreifache grösser als ersteres.

Es ergibt sich also sogleich daraus, dass es unter keinen Umständen gestattet sein kann, für eine genauere Blutbestimmung, z. B. in irgend einem Organe, die Gesamtblutmenge einfach zu rechnen nach einer aus anderen Versuchen gefundenen Mittelzahl. Dazu weichen die Einzelresultate von dem Mittelwerthe viel zu sehr ab.

Im Allgemeinen ist der aus diesen Versuchen für die Blutmengen der Kaninchen gerechnete Mittelwerth derselbe wie der von HEIDENHAIN und WELCKER gefundene. Mein Werth beträgt im Verhältniss zum Reingewichte der Kaninchen

1 : 18,

das gleiche Verhältniss, das HEIDENHAIN und WELCKER

1 : 18¹⁾

fanden. Die geringen Endwerte unserer Tabelle werden durch die hohen Werte der ersten Versuche ausgeglichen.

Die gefundenen grossen Unterschiede im Blutgehalte von Thieren derselben Species von verschiedenem Körperzustande liessen sich nach den oben §. 2 erwähnten (besonders von C. VOIT) aus den Ernährungsversuchen gezogenen Schlüssen vollkommen erwarten und bestätigen in schöner Weise die auf ganz anderem Wege gefundenen Resultate.

In dem Blute haben wir vor Allem die Bedingungen des Stoffwechsels, des physiologischen Stoffzerfalles, oder wie wir uns vor den neuen LIEBIG'schen Arbeiten auszudrücken pflegten, der physiologischen Oxydation. Die enormen Schwankungen in der Grösse des Stoffumsatzes bei verschiedenen Körperzuständen und Nahrungsbedingungen, die durch die Ernährungsuntersuchungen erkannt worden sind, liessen C. VOIT u. A. schon vor Jahren auf die Vermuthung kommen, dass diesen Schwankungen des Stoffumsatzes entsprechend auch ebenso bedeutende Aenderungen in der Grundbedingung der physiologischen Zersetzung, im Blutgehalte des Organismus sich finden müssen. Wenn der Stoffwechsel um das Mehrfache auf- und abwärts schwanken kann, so konnte man auch ähnliche Differenzen in dem Blutgehalte erwarten. Die Grösse des Stoffwechsels und der Blutgehalt sind sich wechselseitig bedingende Momente.

Aus der verschieden grossen freiwilligen Nahrungsaufnahme verschiedener Individuen haben wir in dem angedeuteten Sinne schon im vorhergehenden Paragraphen nach Tabelle I Rückschlüsse auf die Grösse des den verschiedenen Körperzuständen entsprechenden Stoffwechsels zu machen versucht. Wir müs-

1) GSCHIEDLEN fand etwas niedrigere Werte, im Mittel 1 : 19.

sen nun untersuchen, ob diese quantitative Bestimmung der Stoffwechselgrundbedingung, der Blutmenge uns die gleichen Resultate liefert.

Eine Uebereinstimmung beider Tabellen im Grossen ist sogleich auch ohne weitere Umrechnung ersichtlich.

Wie wir dort im Allgemeinen das normale Nahrungsbedürfniss, die freiwillige Nahrungsaufnahme abnehmen sehen mit dem zunehmenden Körpergewicht, woraus wir auf eine gleiche Abnahme des Stoffwechsels schliessen müssen, so sehen wir auch hier die relative Blutmenge, also die Stoffwechselgrundbedingung, ganz in demselben Sinne abnehmen.

Wie dort sehen wir an der Spitze der Tabelle, wo die Versuche an denselben jüngsten und kleinsten Thieren verzeichnet stehen, die uns die ersteren Resultate geliefert haben, auch die relativ grössten Blutmengen verzeichnet. Die grösste relative Blutmenge entspricht dem grössten Stoffwechsel, der grössten freiwilligen Nahrungsaufnahme, beide finden sich bei den jüngsten und kleinsten untersuchten Thieren.

Dieselben Thiere, welche in der ersten Tabelle den relativ geringsten Stoffwechsel, die geringste freiwillige Nahrungsaufnahme zeigten, stehen hier wie dort am Ende der Tabelle, es sind die fettesten und schwersten, ältesten: Dem Minimum des Stoffwechsels, der geringsten freiwilligen Nahrungsaufnahme entspricht das Minimum des Blutgehaltes.

Die in der Mitte stehenden Versuche zeigen hier wie da schwankende, aber im Mittel mit dem Körpergewicht abnehmende Werthe.

Letztere Verhältnisse lassen sich noch genauer überschauen, wenn wir sie in eine Hülftabelle zusammenfassen, in welche nur die Mittelzahlen eingestellt sind, nach denselben natürlichen Gruppen getrennt, wie sie oben zur Anwendung kamen.

Hülftabelle.

Kaninchen	Blutmenge		
	in		
	Grammen:	Procenten:	Verhältniss:
1. Ganz kleine Thiere, Nr. 1 u. 2, Reingewinn unter 300 Gramm . . .	48,9	7,4%	1 : 13,5
2. Grössere Thiere, Nr. 3—9, Reingewicht unter 700 Gramm . . .	34,3	6,0%	1 : 16,6
3. Grosse, meist magere Thiere, Nr. 10—11, Reingewicht bis 1300 Gramm ¹⁾ . . .	69,72	5,5%	1 : 18,0
4. Grosse, sehr fette Thiere, Nr. 12—14, Reingewicht über 1400 Gramm . . .	48,18	3,3%	1 : 30,0

Man erkennt hier deutlich, dass mit dem steigenden Körpergewicht die Blutmenge anfangs zwar absolut zunimmt, aber nicht in gleichmässiger Weise,

1) Hier schliessen sich die VIII Beobachtungen GSCHIEDLEN's an Kaninchen an, die freilich nicht absolut vergleichbar sind mit unseren Beobachtungen, da ihnen die directe Bestimmung des Reingewichtes mangelt. Ihre Mittelzahl ist für den Blutgehalt 1 : 19, das Reingewicht schwankt von 300—1319 Gramm.

sodass mit dem zunehmenden Körpergewicht eine Abnahme des relativen Blutgewichtes eintritt. Die jüngsten, fettarmen, leichtesten Thiere haben relativ mehr Blut als die mittelstarken, diese wieder mehr als die noch schwereren, und endlich Thiere, welche sehr lange in Gefangenschaft gehalten und sehr fett waren, haben eine ganz auffallend geringe Blutmenge, die sich hier auch absolut wieder gesunken zeigte ¹⁾.

Diese Sätze decken sich vollkommen mit den im letztvorstehenden Paragraphen aufgestellten. Wir haben z. B. dieselbe relative und absolute Abnahme des Blutes bei den übermässig fetten Thieren, wie die relative und absolute Verminderung der freiwilligen Nahrungsaufnahme, des Stoffwechsels.

So hat sich also unsere oben ausgesprochene Vermuthung vollkommen bestätigt.

Wir sehen hier die Körperzustände, bei denen ein gesteigerter Stoffwechsel anderweitig nachgewiesen ist: Jugend, Kleinheit, Fettarmuth auch mit einem grösseren Blutreichthume verbunden. Die Körperzustände bei denen wir den Stoffwechsel geringer sehen: gesteigerte Körpergrösse, und Gewicht (= Abnahme der Körperoberfläche) und Fettreichthum zeigen auch einen geringeren Blutgehalt. Die Menge der in der Zeiteinheit sich physiologisch bildenden Zersetzungen, die Grösse des Stoffwechsels, steht sonach in directem Verhältnisse zur Menge der als Grundursache der Zersetzungen anzusehenden Flüssigkeit, des Blutes.

In der geringeren oder grösseren Blutmenge haben wir hiermit eine der Hauptursachen eines geringeren oder grösseren Stoffumsatzes aufgefunden. In der Folge werden wir noch einen Zusatz zu dieser Beobachtung machen müssen, wir werden erfahren, dass es für den Stoffwechsel nicht gleichwerthig ist, in welchen Procentverhältnissen die Gesamtblutmenge in den Organen vertheilt ist.

Von practischer Bedeutung für Medicin und Landwirthschaft-Thierproduction ist die hier erkannte enorme relative, ja absolute Abnahme der Gesamtblutmenge bei gesteigerter Fettbildung.

Wie uns aber Ernährungsversuche lehren, setzt ein durch die Nahrung gesteigerter Fettgehalt des Organismus die Stoffzersetzung herab. Wir sehen, — wenn der fettreichen Nahrung ²⁾ eine genügende Eiweissmenge beigegeben wird — endlich eine Mästung eintreten, ein Missverhältniss zwischen Nahrungsaufnahme und Verbrauch. Es wird mehr aufgenommen als verbraucht, es findet ein Ansatz von Stoffen, vor Allem von Fett statt.

Ganz in demselben Sinne wie ein gesteigerter Fettgehalt der Nahrung muss selbstverständlich auch ein gesteigerter Fettgehalt der Organe wirken. In den Organen hat der Körper sein Hauptstoffreservoir, aus dem er stets Stoffe in die circulirende Säftemasse — Plasma — herübernimmt zum directen Verbrauch. Je nach der Zusammensetzung der Organe ist das von ihnen gelieferte Plasma

1) Es muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass wir es bei den jüngsten Thieren der Tabelle nicht mit neugeborenen zu thun hatten, die, wenn wir WELCKER'S Beobachtungen am neugeborenen Menschen generalisiren dürfen, relativ weniger Blut haben als Erwachsene.

2) oder amyllum-etc. reichen Nahrung.

natürlich verschieden, es ist fett- und eiweisshaltig in dem Verhältniss, als die Organe einen Fett- und Eiweissgehalt aufweisen. Die äussere Ernährung liefert zu dieser Nahrungsstoffmenge, die aus den Organen stammt, noch aus einer andern Quelle, aber ganz in demselben Sinne, Stoffe hinzu. Im Hungerzustande verhält sich ein fettarmer zu einem fettreichen Organismus in Rücksicht auf den Stoffwechsel nicht wesentlich anders wie zwei primär gleiche Organismen, von denen dem einen eine fettreiche, dem anderen eine fettarme (und kohlenhydratarme) Nahrung gereicht wird.

Es liegt nahe, zu glauben, dass, da das Verhalten in beiden Fällen so analog ist, auch die Gründe, die es hervorrufen, dieselben seien.

Die obigen Versuche haben ergeben, dass eine gesteigerte Fettanhäufung im Körper mit einer sehr bedeutenden Abnahme der Blutmenge, d. h. der oxydirenden Substanzen Hand in Hand gehe.

Darin haben wir freilich zunächst nur den Grund aufgefunden, warum in gemästeten, fettreichen Organismen der Stoffwechsel herabgesetzt ist, aber es steht, wie es scheint, Nichts im Wege, den Satz dahin zu erweitern, dass der Grund der Herabsetzung des Stoffwechsels durch jede Steigerung des Fettgehaltes des Organismus (auch durch Fettnahrung) in einer dadurch veranlasseten Herabsetzung der Blutmenge beruhe.

Mit der Herabsetzung der Menge der zersetzungsvermittelnden Substanzen — des Blutes und des circulirenden Plasmas, dessen Menge nothwendig mit der Menge des Blutes ab- und zunehmen muss — wird naturgemäss die Grösse der Zersetzung auch herabgesetzt werden.

Es scheint uns sonach in der Kette der Schlussfolgerungen zur Erklärung der Herabsetzung des Stoffwechsels durch Fettnahrung und bei fettreichen Individuen nur noch ein Glied zu fehlen, das uns Auskunft darüber geben sollte, wie das Fett diese Verminderung in der Blutmenge hervorruft; dass es eine solche hervorbringt, scheint nach dem Vorstehenden festzustehen.

Für den Arzt bringt die Erkenntniss des geringen Blutgehaltes fetter Organismen, wenn wir die an einer Thierart gewonnenen Resultate direct auf den Menschen übertragen dürfen, eine wissenschaftliche Erklärung für die mannigfachen Erfahrungen, dass fettreiche Körper eine geringere Energie ihrer Organthätigkeiten und Widerstandskraft gegen äussere störende Ursachen entwickeln. Er wird mit dem Blute solcher Patienten, wie es ihm die practische Beobachtung schon bisher vorschrieb, möglichst sparsam verfahren, er wird daran denken, auch in Krankheiten durch Eiweisskost ihre Blutmenge und damit die Energie ihrer Körperfunktionen zu steigern.

Für den practischen Landwirth und Thierzüchter, für den die Stoffanbildung, die Mästung Hauptaufgabe wird, lässt sich letztere nun so präcisiren: Da die Möglichkeit der Mästung, der Stoffanbildung auf einer Herabsetzung der Blutmenge des zu mästenden Thieres beruht, so ist diese Verminderung der Blutmenge erste Aufgabe. Erst nachdem die Blutmenge vermindert ist und mit ihr die Zersetzungsmöglichkeit, ist Aussicht vorhanden, jenes Missverhältniss zwischen freiwilliger Nahrungsaufnahme und Stoffwechsel leicht zu erreichen, auf welchem eine Stoffanbildung beruht.

Diese Blutmengeverminderung wird primär durch eine Steigerung des

Fettgehaltes im Organismus — am einfachsten durch die Nahrung mit Fett ¹⁾ — erreicht.

Auch Muskelruhe wirkt ganz nach derselben Richtung, da sie den Fettverbrauch herabsetzt, der in der Muskelthätigkeit hauptsächlich steigt ²⁾.

Durch diese Beobachtungen stellt sich der alte, in manchen Gegenden noch heute geübte Gebrauch der Landwirthe in ein neues Licht, nach welchem den zu mästenden Thieren zuerst eine Blutentziehung gemacht wird.

Schliesslich soll nun noch darauf hingewiesen werden, dass die Uebereinstimmung der beiden Tabellen Nr. I und Nr. II nicht nur im Grossen und Ganzen, sondern auch im Einzelnen eine vollständige ist.

Nr. 10 und 13 der Tabelle I entsprechen den Versuchen Nr. 9 und 10 in Tabelle II. Das erstere Thier war für seine Körpergrösse auffallend fett, es zeigte nach seinem geringen Darminhalt Nahrungsbedürfniss und Stoffwechsel ausnahmsweise gering. Die Tabelle II zeigt, dass dasselbe Individuum in Beziehung auf seinen Blutgehalt ebenso eine Sonderstellung beansprucht, wie in Rücksicht auf sein Nahrungsbedürfniss, nach beiden Verhältnissen findet es seine normale Stellung unter den letzten Versuchen an gemästeten Thieren. Umgekehrt ist es bei dem zweitangeführten mageren Thiere, das seinem grossen Nahrungsbedürfniss und seinem entsprechend grossen Blutgehalte nach sich an die weniger schweren Individuen anschliesst. Analog sind die Ergebnisse aller übrigen vergleichbaren Versuche.

§. 4.

Gesamtblutmengen von Fleischfressern.

1. Hunde.

An Hunden wurden zwei Versuche angestellt, deren Hauptresultate in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Tabelle III.

Gesamtblutmenge von Hunden.

Versuchs- Nummer.	Rohgewicht in Grammen.	Reingewicht in Grammen.	Blutgewicht		
			in Grammen.	in Procenten des Reingewichts.	Verhältniss zum Reingewicht.
1.	4778 Rattenfänger, Männchen, jung.	4711	326,6	7,0%	1 : 14,0
2.	10570 Rattenfänger, Männchen, sehr fett.	10370	665,3	6,4%	1 : 15,5
Im Mittel:				6,7%	1 : 14,7

1) und den Fettansatz begünstigende Substanzen.

2) VOIT u. PETTENKOFER.

Vorerst zeigen die Werthe für Roh- und Reingewicht bei Hunden nicht im Entferntesten die Unterschiede, die wir bei den Nagethieren gefunden haben; eine bekannte Erfahrung.

Bei Versuch 1 beträgt der Darminhalt, der von dem Rohgewichte zur Gewinnung des Reingewichtes abgezogen wurde,

$$1,40\%$$

er verhält sich zum Rohgewicht wie

$$1 : 71,3.$$

Bei Versuch Nr. 2 sind die entsprechenden Werthe

$$1,90\% \text{ und}$$

$$1 : 52,8.$$

Die Versuche an Hunden (Fleischfressern überhaupt) werden sonach von dem Darminhalt viel weniger in ihrer Genauigkeit beeinträchtigt als die an Kaninchen, es würde erlaubt sein, hier eine Durchschnittsgrösse dafür in Rechnung zu ziehen.

Die Werthe für die Blutmengen halten sich über dem Mittelwerth, der für Kaninchen gefunden wurde. Mit Rücksicht auf das weit grössere Körpervolumen der Hunde im Vergleich mit den Kaninchen ergibt sich daraus also ein nicht unbedeutend höherer Blutgehalt der Hunde als der Kaninchen, was mit der Art ihrer Ernährung, der vorwiegenden Fleischkost, gut zusammen stimmen würde.

Dasselbe Resultat ergab sich auch früheren Forschern.

Dass die Blutmenge mit der steigenden Fettanhäufung im Organismus abnehme, zeigen im Zusammenhalt mit den Versuchen der Tabelle II auch diese beiden Beobachtungen.

2. Katzen.

Ganz analoge Verhältnisse zeigen die an Katzen angestellten beiden Blutmengenbestimmungen. Hier ist jedoch zu beachten, dass die Hauskatzen meist einen sehr fettreichen Körperzustand besitzen und dem entsprechend eine geringere Blutmenge.

In folgender Tabelle sind die directen Beobachtungen niedergelegt.

Tabelle IV.

Gesamtblutmenge von Katzen.

Versuchs- Nummer.	Rohgewicht.	Reingewicht.	Grammen.	Blutgewicht in Procenten des Reingewichts.	im Verhältniss zum Reingewicht.
1.	2410	2366	107,57	4,55%	1 : 21,8
2.	2340	2330	110,77	4,75%	1 : 21
	beides sehr kräftige fette Thiere.				
Im Mittel:				4,65%	1 : 21,4

Was von dem Einfluss des Darminhalts auf die Bestimmung der Gesamtblutmenge bei Hunden gesagt wurde, gilt ebenso auch für die Katzen.

Auch bei ihnen ist der Darminhalt so gering, dass er die Resultate wenig zu alteriren vermag. Er beträgt bei Versuch 1 vorstehender Tabelle

4,80/0,

bei Versuch 2 nur:

0,460/0

des Rohgewichtes. Setzen wir wie bisher das Gewicht des Darminhalts = 1, so bekommen wir zum Rohgewicht folgende Verhältnisse:

in Versuch Nr. I. 1 : 55

in Versuch Nr. II 1 : 233

Die relativen Werthe für den Blutgehalt fallen unter den Mittelwerth bei Kaninchen.

Wenn wir aber nur erwachsene, fette Thiere der beiden Species vergleichen, so ist doch ein höherer Blutgehalt bei Katzen ersichtlich.

Der Blutgehalt der sich wenig bewegenden, darum immer gemästeten Hauskatze ist geringer als der der Hunde, die eine weit grössere Arbeitsleistung von ihren Muskeln verlangen.

Da die Katzen viel geringeres Körpergewicht besitzen als die untersuchten Hunde und ihr Blutgehalt dem entsprechend höher sein sollte, so wird obiger Satz a fortiori bewiesen.

§. 5.

Gesamtblutmengen von Fröschen.

Zu den folgenden Versuchen wurden nur Froschmännchen verwendet. Die mit einem Sternchen in der Tabelle bezeichneten Beobachtungen 6 — incl. 14 wurden an möglichst gleichartigen Thieren vom gleichen Fange, gleichlang unter denselben Bedingungen aufbewahrt, zum Vergleiche mit tetanisirten Thieren (cf. Capitel III) angestellt.

Die Zahlen lassen, analog den Versuchen an mittelstarken Kaninchen, direct keine Gesetzmässigkeit, z. B. nach dem steigenden Körpergewichte, erkennen. Sie folgen also in der zufälligen Reihe, in welcher sie angestellt wurden.

Alle Versuche der folgenden Tabelle sind im Monat Januar angestellt, sodass sie sich also auch nicht nach verschiedenen Jahreszeiten ordnen lassen.

Tabelle V.
Gesamtblutmenge von Fröschen.

Versuchs- Nummer.	Körpergewicht in Grammen.	Blutgewicht		
		Grammen.	in Procenten.	Verhältniss zum Körpergewicht.
1.	49,5	2,4332	4,91 ⁰ / ₀	1 : 20
2.	33,7	1,6786	4,92 ⁰ / ₀	1 : 20
3.	42,3	2,0000	4,72 ⁰ / ₀	1 : 21
4.	41,0	2,8713	7,00 ⁰ / ₀	1 : 14
5.	36,8	2,1677	5,80 ⁰ / ₀	1 : 18
6.	38,0	2,8997	7,70 ⁰ / ₀	1 : 13
7.	33,0	2,0428	6,20 ⁰ / ₀	1 : 15
8.	39,2	3,2500	8,33 ⁰ / ₀	1 : 12
9.*	52,5	3,3984	6, 5 ⁰ / ₀	1 : 15
10.*	31,0	1,7855	5, 9 ⁰ / ₀	1 : 18
11.*	34,7	1,6488	4, 8 ⁰ / ₀	1 : 21
12.*	31,0	2,4296	7, 8 ⁰ / ₀	1 : 13
13.*	42,0	3,9491	9, 0 ⁰ / ₀	1 : 11
14.*	32,0	2,3924	7, 5 ⁰ / ₀	1 : 13
Im Mittel:			6,52 ⁰ / ₀	1 : 15,3

Die physiologischen Verhältnisse der Winterfrösche sind bekanntlich stets so beträchtlich verschieden, auch bei Individuen, welche unter scheinbar ganz gleichen äusseren Bedingungen gelebt haben, dass wir uns über die Schwankungen im Blutgehalte, die wir hier antreffen, in keiner Weise verwundern können. Gewiss hängt die schwankende physiologische Widerstandskraft gegen äussere Eingriffe, die verschiedene Lebensenergie derselben zum Theile mit diesen hier sich ergebenden bedeutenden Differenzen in dem Blutgehalte zusammen. Es muss hier, wie sich in der Folge ergeben wird, vor Allem an den freiwilligen Tetanus der Winterfrösche erinnert werden, der uns schon früher Aufschlüsse über manche sonst unverständliche Schwankungen im physiologischen Verhalten der Frösche lieferte ¹⁾.

Die Resultate schwanken zwischen folgenden Werthen:

Maximum 9,0⁰/₀ = 1 : 11

Minimum 4,7⁰/₀ = 1 : 21

Es verhält sich sonach das Minimum zum Maximum wie

1 : 4,9,

letzteres ist um 91⁰/₀ grösser als ersteres, d. h. beinahe um das Doppelte.

Die Schwankungen entsprechen ziemlich genau denen, die wir bei mittelstarken Kaninchen in Tabelle II angetroffen haben, mit denen wir diese Versuche allein vergleichen dürfen, da weder gemästete noch ganz junge Frösche zur Beobachtung kamen.

¹⁾ Cfr. Tetanus: Leitungswiderstand, Säurebildung etc.

Der relative Blutgehalt stimmt etwa mit dem der Fleischfresser überein. Nehmen wir Rücksicht auf das geringe Körpervolum der Frösche, so erscheint der Blutgehalt als ein geringer. In folgender Weise lassen sich die Hauptergebnisse dieses Capitals zusammenfassen.

Resultate:

1. Das Nahrungsbedürfniss der thierischen Organismen (zunächst der Kaninchen) und dem entsprechend ihr Stoffwechsel im LIEBIG'schen Sinne nimmt, wie sich aus der freiwilligen Nahrungsaufnahme ergibt, mit dem steigenden Körpergewicht relativ ab.

Die kleinen jüngeren Individuen einer Thierart haben ein zwar absolut geringeres, aber relativ grösseres Nahrungsbedürfniss und Stoffwechsel als grössere und ausgewachsene.

2. Bei sehr fetten, gemästeten Thieren ist das Nahrungsbedürfniss und der Stoffwechsel relativ am kleinsten. Es sinkt die freiwillige Nahrungsaufnahme bei diesen Thieren sogar absolut unter die für nichtgemästete Thiere ähnlicher Körperconstitution gefundenen Werthe.

3. Die vorstehenden Angaben decken sich genau mit dem für den Blutgehalt der Thiere gefundenen Resultate:

Die Grösse des Blutgehaltes steht in directem Verhältniss zur Grösse des Stoffwechsels.

Jüngere, kleinere Thiere derselben Thierspecies haben wie einen relativ grösseren Stoffwechsel so auch eine relativ grössere Blutmenge als ausgewachsene. Es nimmt sonach die Blutmenge und der Stoffwechsel von dem Jugendzustande an, d. h. mit dem steigenden Körpergewichte ab.

4. Sehr fette, gemästete Thiere haben wie den relativ geringeren Stoffwechsel so auch die relativ geringste Blutmenge. Ihre Blutmenge zeigt sich ebenfalls wie ihr Nahrungsbedürfniss absolut vermindert gegenüber nicht gemästeten Thieren ähnlicher Körperconstitution.

5. Die bekannte Wirkung der Fettnahrung und des gesteigerten Fettgehaltes des Gesamtorganismus, den Stoffwechsel zu vermindern, beruht sonach auf einer dadurch veranlassten Herabsetzung der Gesamtblutmenge.

6. Die hier gefundenen Mittelwerthe für den Blutgehalt verschiedener ruhender Thiere sind folgende:

für Hunde	6,7 ⁰ / ₀ , d. h.	1 : 14,7
» Frösche	6,5 ⁰ / ₀ , » »	1 : 15,6
» Meerschweinchen	5,8 ⁰ / ₀ , » »	1 : 17,1
» Kaninchen	5,4 ⁰ / ₀ , » »	1 : 18,0
» Katzen	4,7 ⁰ / ₀ , » »	1 : 21,4.

Capitel II.

Einfluss des Tetanus auf die Gesamtblutmenge.

§. 1.

Zur Orientirung.

In dem vorgehenden Capitel haben wir die Blutmenge von ruhenden Thieren unter den wechselnden Ernährungs- und Altersbedingungen betrachtet.

Die Einflüsse, welche wir diesen Bedingungen zuschreiben mussten, waren in ihrer Wirkung sehr in die Augen springend. Wenn wir nach den Ernährungsverhältnissen des Individuums seine Blutmenge so bedeutend auf- und abwärtsschwanken sehen, so werden wir uns der Vermuthung hingeben dürfen, dass eine physiologische Bedingung, deren Einfluss hinter dem der Ernährung in anderer Beziehung, wie wir schon vielfältig nachgewiesen haben, nicht zurücksteht, dass der Tetanus, die fortgesetzte starke Muskelleistung ebenfalls eine verändernde Einwirkung auf die Blutmenge werde ausüben müssen.

Nach welcher Richtung diese Einwirkung statthaben werde, ist primär noch nicht ersichtlich.

Wir sehen auch nach den neuesten Versuchen von v. PETTENKOFER und C. VOIT in Folge des Tetanus den Stoffwechsel des Gesamtorganismus doch nicht unbedeutend gesteigert, wenn diese Steigerung auch zurückbleibt hinter den früher gehegten Erwartungen. Die Steigerung des Stoffwechsels, den erhöhten Nahrungsverbrauch haben wir, nach dem vorstehenden Capitel, während der Muskelruhe direct auf eine Vermehrung der Blutmenge beziehen lernen. Wir müssen fragen, ob nicht auch die bei dem Tetanus beobachtete Mehrzersetzung von Körperstoffen auf einer Zunahme des Blutgehaltes beruht?

Die Wahrscheinlichkeit dieser Voraussetzung gewinnt jedoch nicht bei Berücksichtigung der bei anderer Gelegenheit schon gewonnenen Resultate über die Betheiligung des Blutes bei dem Tetanus.

In Tetanus Band I, pg. 87, im dritten Capitel, §. 3 finden sich die Resultate einer grossen Anzahl von vergleichenden Wasserbestimmungen im Blute ruhender und tetanisirter Thiere (Frösche). In den diesem angezogenen Paragraphen vorausgehenden Untersuchungen hatte sich nachweisen lassen, dass durch den Tetanus eine Veränderung in dem Wassergehalte des Muskels, der im lebenden Thiere tetanisirt wurde, eintrete. Der tetanisirte Muskel zeigte sich um etwa 2⁰/₀ im Mittel wasserreicher als der geruhte. Der Grund dieser Ver-

änderung in dem chemischen Verhalten des Muskels wurde vollkommen erkannt. Es liess sich zeigen, dass durch den Tetanus aus weniger leicht oder gar nicht diffundirenden Substanzen leicht diffundirende Stoffe gebildet werden, welche zwischen Blut und Lymphe einerseits und dem Muskel andererseits einen bedeutenderen Stoffverkehr durch Diffusion anregen, als er während der Ruhe stattfand. In Folge dessen sehen wir Wasser in den Muskel aus den ihn umspülenden Flüssigkeiten (Blut und Lymphe) eintreten, er wird dadurch wasserreicher, während er die in ihm bei der Arbeitsleistung neuentstandenen leichter diffundirbaren Stoffe an jene Flüssigkeiten abgibt. Schritt für Schritt wurde an dem angegebenen Orte der Beweis für diesen Vorgang geführt; es liessen sich die aus dem Muskel ausgetretenen festen Stoffe in dem Blute wieder auffinden. In Tetanus Band II — Lebensbedingungen der Nerven — pg. 8 finden sich Versuche verzeichnet, welche den qualitativen Nachweis dieser in das Blut ausgetretenen Muskelstoffe, in specie der Fleischmilchsäure liefern. Wir finden dort das Blut tetanisirter Frösche nach dem Dialysiren schwach sauer reagiren. ZUNTZ hat dieselbe Abnahme der alkalischen Reaction des Blutes in Folge des Tetanus bei Versuchen an Hunden höchst wahrscheinlich gemacht¹⁾. Aber auch quantitativ konnte die Zunahme der festen Substanzen im Blute entsprechend seiner Wasserabgabe im Tetanus nachgewiesen werden. Der Wassergehalt des Blutes tetanisirter Frösche ist im Mittel um 4,3% geringer als der geruhter Thiere. Das Blut liefert danach zwar nicht alles, aber doch den grössten Theil des Wassers, den wir nach dem Tetanus im Muskel mehr antreffen, der Rest des gelieferten Wassers trifft auf die Lymphe. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass diese oben erwähnte Wasserabnahme des Blutes nur mit einer Verminderung seiner Gesamtmenge Hand in Hand gehen könne, wenn nicht, was kaum zu vermuthen, von anderer Seite — etwa von der Lymphe oder den Drüsengeweben — der Verlust wieder ausgeglichen oder gar übercompensirt wird.

Spricht schon die eben angezogene Beobachtung für die Wahrscheinlichkeit einer Blutmengenverminderung im Tetanus, so machen uns einer solchen gewiss die in Tetanus Band I, Abschnitt II, Capitel X, pg. 224 ff. niedergelegten Resultate. Es wird dort nachgewiesen, dass der Muskel Stoffe aus dem Blut zum Zwecke der Arbeitsleistung zu verwenden vermag, indem der bluthaltige Muskel im Stande ist, eine grössere Gesamtarbeit zu leisten als der blutleere.

Wenn wir also schon erwiesen haben, dass der arbeitende Muskel den Wassergehalt des Blutes vermindert, und wenn wir weiter wissen, dass auch Stoffe aus dem Blute direct zur Muskelarbeitsleistung verwendet werden, wird uns die Vermuthung, trotz des oben angeführten gegentheiligen Anscheines, sehr nahe gelegt, dass die Gesamtmenge des Blutes durch den Tetanus eine Verminderung erfahren werde.

1) Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1867. S. 804 ff.

§. 2.

Nachweis einer primären Verminderung und secundären Vermehrung der Gesamtblutmenge durch die Muskelthätigkeit.

Die Versuche zur Entscheidung dieser Frage wurden wie die älteren im vorstehenden Paragraphen angeführten, fast ausschliesslich an Fröschen angestellt, die einen fortgesetzten Tetanus viel länger ertragen als Säugethiere, vor Allem als Kaninchen, die allein zu einer grösseren Zahl von Versuchen zur Verfügung stehen. Während Strychnintetanus die Kaninchen nach wenigen Anfällen tödtet, ebenso ein starker, wenn auch unterbrochener electricischer Tetanus der Gesamtmuskulatur schon nach auffallend kurzer Zeit, so leben Frösche bei beiden Krampfarten Stunden lang, die dadurch gesetzten Veränderungen im Stoffwechsel des Blutes und der Muskeln bilden sich daher bei ihnen viel deutlicher aus als bei Säugethieren, bei denen auch ästhetische Gründe die Anstellung derartiger Versuche in Masse nicht wünschenswerth erscheinen lassen.

In Capitel II, §. 4 sind Versuche über die Gesamtblutmenge geruhter Frösche zusammengestellt. Obwohl die Thiere alle unter sehr annähernd gleichen Verhältnissen in derselben Jahreszeit (Januar) gelebt hatten, so schien es doch wünschenswerth eine Anzahl von Versuchen an geruhten Individuen anzustellen zur Vergleichung mit tetanisirten, welche genau unter den gleichen Lebensbedingungen die Wintermonate bisher zugebracht hatten.

In Tabelle V sind diese zuletzt erwähnten Thiere mit einem Sternchen bezeichnet Versuchs-Nummer 9—14 incl. Diese Versuche zeigen ziemlich dieselben normalen Schwankungen der Gesamtblutmenge, die sich auch an den vorausgehenden erkennen lassen.

Das procentische Gesamtmittel aus allen 14 angestellten Versuchen beträgt dort für die procentische Gesamtblutmenge:

$$6,52\%$$

Berücksichtigen wir nur die letzten 6 Versuche, so stellt sich die Gesamtblutmenge im Mittel um etwas höher auf:

$$6,98\% (= 7,0\%)$$

das Minimum beträgt . . . 4,8%

das Maximum . . . 9,0%.

Mit diesen letzteren Werthen müssen zunächst die in folgender Tabelle zusammenzustellenden Versuchsergebnisse an tetanisirten Thieren verglichen werden.

Die Versuchsthiere waren wie in Tabelle V nur männliche, möglichst kräftige Exemplare. Sie wurden mit Strychnin tetanisirt, was ihnen in gebräuchlicher Weise in Lösung in eine Rückenhautwunde eingepinselt wurde.

Es wurde Rücksicht genommen auf die Stärke der Krämpfe, wie sie sich noch bei der Tödtung der Thiere zeigten.

Die Versuche Nr. 7 und Nr. 8 sind auch an Winterfröschen im Januar angestellt, die aber nicht unter den genau gleichen Bedingungen wie Nr. 1—6 incl. dieser Tabelle und Nr. 9—14 incl. der Tabelle V gelebt hatten.

Tabelle VI.

Die Gesamtblutmengen tetanisirter Frösche.

Versuchs- Nummer.	Körper- gewicht in Gram- men.	Blutgewicht			Bemerkungen.
		Gram- men.	Procen- ten.	Verhält- niss.	
1.*	33,5	1,3040	5, 7 ⁰ / ₀	1 : 27	Nr. 1 wurde nach einstündigem starkem Krampfe fast reactionslos getödtet.
2.*	32,0	1,6584	5, 2 ⁰ / ₀	1 : 19,4	Nr. 2, 6 Stunden nach der Vergiftung nach weniger starken Krämpfen getödtet, hat noch Krämpfe.
3.*	42,4	1,3554	3,45 ⁰ / ₀	1 : 29	Nr. 3, nach 1 ³ / ₄ Stunden stärkstem Tetanus getödtet, fast reactionslos.
4.*	37,5	2,3746	6, 3 ⁰ / ₀	1 : 16	Nr. 4, nach 1 ¹ / ₄ Stunden getödtet, hat noch Krämpfe, schlechter Tetanus.
5.*	36,0	2,0424	5, 6 ⁰ / ₀	1 : 18	Nr. 5, nach 2 Stunden getödtet, hat noch Krämpfe, schlechter Tetanus.
6.*	32,2	2,2754	7, 4 ⁰ / ₀	1 : 14	Nr. 6, nach 2 Stunden getödtet, hat noch Krämpfe, ganz schlechter Tetanus.
7.	78,0	3,2780	4, 2 ⁰ / ₀	1 : 24	Nr. 7 u. 8. Die Stärke der Krämpfe bei der Tödtung nicht notirt, Tetanus energisch.
8.			4, 2 ⁰ / ₀	1 : 24	
Im Mittel (ohne Nr. 7 u. 8)			5,16 ⁰ / ₀	1 : 19,4	

Im Mittel beträgt danach der Blutgehalt **tetanisirter Frösche:**

5,16⁰/₀,

die Blutmenge verhält sich zum Körpergewicht wie:

1 : 19,

das Mittel aus allen 8 Versuchen ist noch etwas niedriger:

4,84⁰/₀.

Die Vergleichung dieser Versuche mit den an geruhten Fröschen gibt folgendes Resultat:

die sechs * geruhten Frösche enthalten im Mittel Blut . 6,98⁰/₀

die sechs * tetanisirten Frösche enthalten im Mittel Blut 5,16⁰/₀

die * tetanisirten Frösche enthalten weniger Blut . 1,82⁰/₀.

Mit anderen Worten, die Gesamtblutmenge der Frösche wird durch den Tetanus um

26,07⁰/₀

gegen die Gesamtblutmenge geruhter Thiere vermindert.

Dieses Resultat erfährt keine wesentliche Aenderung, wenn wir, an Stelle der 12 direct zu dem Versuche ausgewählten, alle Frösche, an denen die Blut-mengen vorstehend bestimmt wurden, mit berücksichtigen:

Alle geruhten Frösche enthalten Blut im Mittel . . .	6,52 ⁰ / ₀
Alle tetanisirten Frösche enthalten Blut im Mittel . . .	4,81 ⁰ / ₀
Die tetanisirten Frösche enthalten weniger Blut	1,71 ⁰ / ₀ .

Das Resultat erscheint sonach als gesichert :

Der Tetanus ist von Einfluss auf die Gesamtblutmenge. **Durch die Arbeitsleistung der Muskeln wird die Gesamtblutmenge des Organismus primär vermindert. Diese Verminderung ist um so bedeutender, je stärker die Muskelleistung war,** cfr. in der Tabelle VI die Bemerkungen.

Es bestätigt dieses Ergebniss vollkommen unsere früheren Beobachtungen über die directe Betheiligung des Blutes an der Muskelarbeit, wie wir sie in §. 4 dieses Capitels zusammengefasst haben.

Die Beweisfähigkeit der in Tabelle VI zusammengestellten Resultate wird abgesehen von dem Durchschnittsresultate noch dadurch weiter sicher gestellt, dass sich alle kleinsten Werthe der Blutmenge auf Seite der tetanisirten, alle grössten Werthe auf Seite der geruhten Thiere fanden :

Das Minimum der Blutmenge tetanisirter Frösche beträgt . . .	3,45 ⁰ / ₀
Das Minimum der Blutmenge geruhter Frösche beträgt . . .	4,72 ⁰ / ₀
Die tetanisirten Frösche enthalten bei Berücksichtigung der Minima weniger Blut	1,27 ⁰ / ₀ .
Das Maximum der Blutmenge tetanisirter Frösche beträgt . . .	7,1 ⁰ / ₀
Das Maximum der Blutmenge geruhter Frösche beträgt . . .	9,0 ⁰ / ₀
Die tetanisirten Frösche enthalten bei Berücksichtigung der Maxima weniger Blut	1,9 ⁰ / ₀ .

Die Unterschiede bei alleiniger Berücksichtigung der Minima und Maxima sind nicht weniger deutlich, als sie sich nach den Mittelwerthen stellen.

Es muss noch ein Wort gesagt werden über die beobachteten nicht unbedeutlichen Schwankungen der Blutmengen bei den Winterfröschen, bei denen zunächst von keiner Verschiedenheit in der Ernährungsweise die Rede sein kann, auf die wir die Unterschiede im Blutgehalte bei den Kaninchen vor Allem beziehen konnten. Die Frösche hatten seit Monaten überhaupt keine Nahrung mehr erhalten.

Hier bietet sich uns zur Erklärung dasselbe Moment dar, auf das schon in den Untersuchungen in Tetanus Band I vielfach Rücksicht genommen werden musste: a. a. O. pg. 219 werden die freiwilligen Allgemeinkrämpfe besprochen, die so oft die aufbewahrten Winterfrösche befallen, eine Krankheit, die vor Allem E. DU BOIS-REYMOND beschrieben hat. An diese krankhaften Veränderungen des Froschorganismus durch die Ueberwinterung müssen wir auch hier denken zur Erklärung der Schwankungen in der Gesamtblutmenge. Die betreffende Krankheit verändert den Froschorganismus in der Richtung des experimentell angeregten Tetanus, sie macht, schon ehe man den Ausbruch der Krämpfe beobachten konnte, die Muskeln sauer reagiren, sie setzt den Leitungswiderstand herab, ebenso das Maximum der Milchsäure- und wohl auch der Kohlensäurebildung etc., sie wird also auch hier die Ursache der Abnahme der Blutmenge sein, die sich in den physiologischen Schwankungen

dieser Grösse an scheinbar gleichartigen Thieren zeigen. Wir haben hier sonach ein Phänomen vor uns, das in seinen anderen Beziehungen jedem Experimentalphysiologen schon bekannt, auf das er Rücksicht zu nehmen gewohnt ist. —

Es schliessen sich an diese Betrachtungen noch eine Reihe von Fragen an, die eine Lösung fordern, für's Erste aber nicht weiter berücksichtigt werden können.

Nur folgende Fragen wollen wir noch aufwerfen:

Wird durch eine fortgesetzte, regelmässige Arbeitsleistung, mit der sich der Organismus in's Gleichgewicht gesetzt, die Gesamtblutmenge vermindert oder vermehrt?

Wir können zur Lösung dieser Frage den gleichen Weg einschlagen, der uns bei anderen Aufgaben schon zum Ziele geführt hat, indem wir diese Frage so wenden: enthalten thierische Organismen, die gewöhnt sind mehr Arbeit zu leisten als andere, im Durchschnitt mehr oder weniger Blut?

Wir können hierbei, wie früher, Thierarten, die sich wesentlich in der Activität ihrer Muskeln von einander unterscheiden, vergleichend auf ihren Blutgehalt untersuchen. Wir können weiter Thiere derselben Species einmal nach langer Muskelruhe, ein andermal nach freierer Bewegung in Untersuchung ziehen.

Beide Wege haben ihre nicht zu verkennenden Schwierigkeiten. Vergleichen wir Thiere derselben Species, so wissen wir schon, dass die Blutmengen nach der Ernährungsweise, Alter etc. so stark schwanken, dass dadurch die Betheiligung eines weiteren Momentes in derselben Richtung verdeckt werden könnte.

WELCKER'S Versuche haben, wie es scheint, ergeben, dass die Blutmenge noch überdiess nach der Körpergrösse schwankt, sodass kleinere Thiere eine relativ grössere Blutmenge haben als grössere. Also auch dieser Gesichtspunkt macht eine Entscheidung schwierig, da es sich kaum treffen wird, dass Thiere von ganz gleichem Körpergewichte, gleichem Alter und sonstigen Lebensbedingungen der vergleichenden Untersuchung unterworfen werden können.

Trotz dieser möglichen Einwände ist nicht zu verkennen, dass unsere schon mitgetheilten Versuche Anhaltspunkte zur Lösung der gestellten Frage geben.

Wir haben oben gefunden, dass sehr fettreiche Thiere weniger Blut haben als fettärmere.

Diese Thiere waren sehr lange Zeit, 2 $\frac{1}{2}$ Jahre, in einem Versuchsstall (Zimmer) eingesperrt, sodass ihre Bewegungsmöglichkeit während dieser Zeit eine nur geringe war. Wir wissen, dass die Muskelruhe ein Hauptmoment für den Fettansatz abgibt, wir hätten sonach in der langen Muskelruhe den Grund der Fettanhäufung und gleichzeitig den Grund für die beobachtete Verminderung der Blutmenge.

Es sprechen sonach diese Versuche dafür, dass fortgesetzte Muskelruhe, die einen Fettansatz begünstigt, die Blutmenge herabsetzt.

Durch Muskelleistung wird die Fettmenge im Organismus verringert. Die Beobachtungen von PETTENKOFER und VOIT haben für einen an Arbeit gewöhnten

menschlichen Organismus nachgewiesen, dass bei einem solchen durch gesteigerte Arbeitsleistung der Muskeln ein Mehrverbrauch von stickstofffreien Körperstoffen, von Fett eintritt. Wir dürfen danach den oben formulirten Satz wohl auch so fassen:

wie durch gesteigerte Arbeitsleistung die Fettmenge im Organismus vermindert wird, wodurch, zunächst relativ, die Eiweissmenge des Körpers zunimmt, da diese einem Mehrverbrauch durch Arbeitsleistung gar nicht oder in einem geringeren Grade unterliegt, so wird durch dieselbe Ursache auch die relative Gesamtblutmenge erhöht.

Da wir oben erwiesen haben, dass das Blut zur Muskelarbeit direct zugezogen wird, seine Menge die Arbeitsfähigkeit mit bedingt, so würde der Satz der allbekannten täglichen Erfahrung auch so gefasst werden können:

Durch regelmässige Arbeitsleistung wird bei genügender Ernährung die Arbeitsfähigkeit des Körpers gesteigert, ein Grund dafür liegt in der hier statuirten Vermehrung des Blutes, andere Gründe, die sich auf Muskeln und Nerven beziehen, wurden in den weiter vorstehenden Untersuchungen (Tetanus, Lebensbedingungen der Nerven) schon mehrfach nachgewiesen.

Wir haben noch weitere Versuche zum Beweis dieses Satzes.

Die Arbeitsleistung, die ein Hund von seinen Muskeln fordert, ist eine sehr viel bedeutendere als die, welche ein Kaninchen in derselben Zeit vollbringt. Der Hund muss sonach in Beziehung auf seinen Blutgehalt einem an regelmässige Arbeit gewöhnten, das Kaninchen mehr einem ruhenden Organismus entsprechen.

Nach diesem Gesichtspunkte gewinnen die Mittelzahlen für die Blutmengen der Hunde und Kaninchen eine neue Bedeutung.

Die Kaninchen haben im Mittel:

5,40% Blut,

die Hunde dagegen nach unseren vorstehenden Bestimmungen:

6,40%—7,00%,

nach denen von WELCKER sogar

7,60%.

Der Unterschied der Körpergrösse zwischen Hunden und Kaninchen fällt zu Gunsten der letzteren aus, in so ferne sie als kleinere Thiere mehr Blut enthalten sollten. So ergeben denn diese Beobachtungen a fortiori, dass der in der Zeiteinheit mehr Muskelarbeit leistende Organismus des Hundes mehr Blut enthält als der mehr ruhende des Kaninchens.

Man könnte hier die Meinung aussprechen, dass vielleicht der Unterschied der Blutmenge in verschiedenen Ordnungen der Säugethiere zu gross sein könnte, als dass sich derartige Einflüsse, wie der in Frage stehende noch entscheidend geltend machen könnten.

Diese Vermuthung ist durch Nichts erwiesen. Unsere Versuche an Thieren, die beide derselben Ordnung angehören, bestätigen vielmehr den bei der Vergleichung mit Nagethieren mit Raubthieren gewonnenen Satz.

Wir können dasselbe, was wir vom Kaninchen im Verhältniss zum Hunde gesagt haben, auch von der Hauskatze im Vergleiche mit dem letzteren festhalten. Auch diese ist gewöhnlich sehr fett, ihrer geringfügigen und meist

langsamen Bewegung entsprechend. Die Blutmenge bei fetten Hauskatzen fanden wir im Mittel zu:

$$4,65\%$$

demnach noch niedriger als die Mittelzahl bei Kaninchen; die Differenz zwischen dieser procentischen Menge und der bei Hunden beobachteten ist sonach noch bedeutender als bei Kaninchen, obwohl auch hier das geringere Körpergewicht auf Seite der Katzen fällt, diese also als kleinere Thiere mehr Blut enthalten sollten als die mit ihnen verglichenen Hunde.

Uebrigens ist die Entwicklung der Muskulatur bei Katzen eine weit bedeutendere als bei Kaninchen, dem entspricht wohl auch im Allgemeinen die Möglichkeit einer stärkeren Muskelleistung auf Seite der Katzen.

Das Körpergewicht der Katzen ist von dem der schwersten Kaninchen wenig verschieden, etwas höher. Nach den Erfahrungen in Beziehung auf das Körpergewicht und seinen entscheidenden Einfluss auf die Gesamtblutmenge dürfen wir zunächst also die fetten Katzen nur mit den fetten, ziemlich gleichschweren Kaninchen vergleichen. Das mittlere Blutgewicht für diese Kaninchen ist:

$$3,3\%$$

das für die etwas schwereren Katzen dagegen wie schon angegeben:

$$4,65\%$$

so dass also auch hier eine höhere Blutmenge für Katzen sich ergibt als für die weniger stark und energisch sich bewegenden Kaninchen.

So erscheint denn danach, abgesehen von der oben bewiesenen primären Verminderung, der Satz als gesichert:

Gewöhnung an gesteigerte Muskelarbeit, mit der sich der Organismus in's Gleichgewicht der Ernährung zu setzen vermochte, steigert die Gesamtblutmenge, langandauernde Muskelruhe, setzt dagegen die Gesamtblutmenge herab.

Zwischen diesem Satze und dem erstgewonnenen, dass die Muskelarbeit die Blutmenge primär vermindere, besteht nur ein scheinbarer Widerspruch. Wir sehen hier dieselbe gesetzmässige Wechselwirkung der Arbeit, wie wir sie bei Muskeln und Nerven in unseren früheren Untersuchungen schon beobachtet haben. Die Organthätigkeit verbraucht zwar direct Organstoffe, aber nur das thätige Organ wird normal ernährt und nimmt in normaler Weise zu, während das unthätige Organ verkümmert. In der Thätigkeit der Organe, die einerseits von den Stoffen desselben verbraucht, liegen andererseits die Ursachen für Neuaufnahme von Nahrungsmaterial in dasselbe Organ, und damit die Ursachen seines Wachstums. Schon Band II pg. 82 ff. »Lebensbedingungen der Nerven«, hat dieses Gesetz zunächst für die Nerven- und Muskelernährung seine exacte Formulirung nach Experimenten gefunden. Das Blut unterliegt sonach demselben Naturgesetze der Ernährung wie jene Organe.

§. 3.

Ueber Schwankungen in den festen Bestandtheilen und dem Wassergehalt des Blutes.

Es sollen hier zunächst noch Erwähnung finden Wasserbestimmungen im Blute zunächst von Hunden und Kaninchen. Sie wurden mit möglichster Sorgfalt ausgeführt, die Trocknung geschah bei einer constanten Temperatur von 110°C .

Eine der Blutwasserbestimmungen wurde bei dem Hunde Nr. 1 ausgeführt. Er enthielt 7% Gesamtblutmenge.

Das specifische Blutgewicht betrug . . .	1042
Das Blut hatte feste Stoffe	15,00%
Das Blut hatte Wasser	85,00%
	100,0

Bei Kaninchen Nr. 4, Reingewicht 520, Gesamtblutmenge = $5,8\%$ hatte das Blut:

feste Stoffe	17,03%
Wasser	82,97%
	100,00

Der Unterschied in den festen Stoffen des Blutes beträgt hier sonach 2% , eine sehr bedeutende Schwankung, die für die Ernährungsfähigkeit des Blutes von grösster Bedeutung sein muss.

Es würde von Interesse sein, die Aufmerksamkeit von neuem diesen Gegenstände zuzuwenden und ihn im Zusammenhalte mit den neugewonnenen Gesichtspunkten der Ernährungslehre zu vergleichen. Die Schwankungen in dem Verhältniss der festen Stoffe zum Wasser im Blute nach den verschiedenen Körperzuständen, mögen sie nun durch Veränderung in der Ernährungsweise oder durch Veränderung des Körperstoffverbrauchs durch innere Ursachen: Tetanus, Fieber etc. hervorgerufen sein, sind sehr auffallend. Es wird dadurch eine Veränderung der Diffusionsvorgänge im Blute selbst und zwischen diesem und den Geweben mit Nothwendigkeit gesetzt werden, die von weittragendem Einfluss auf den Stoffaustausch sein muss. Wenn das Blut, das wir schon oben als einen Repräsentanten der circulirenden Ernährungsflüssigkeiten (= Blastem) angesprochen haben, mehr Wasser und weniger feste Stoffe in sich enthält, so können die Organe, denen damit in der Zeiteinheit auch weniger feste, d. h. zersetzbare Stoffe zugeführt werden, auch selbstverständlich weniger zersetzen. Daraus ist direct ersichtlich, dass, die sonstige Zusammensetzung des Blutes als gleich vorausgesetzt, bei einem wasserreicheren Blute der Stoffwechsel hinter dem bei einem wasserärmeren zurückbleiben müsse. Dasselbe wurde früher schon für die Wasserzunahme in den Organen behauptet ¹⁾.

In Bd. I (Tetanus), pg. 93 finden sich die oben schon erwähnten Versuche zusammengestellt, welche eine Wasserabnahme des Blutes mit dem

1) Tetanus Bd. I, S. 73.

Tetanus beweisen, woraus sich nach dem Gesagten die Nothwendigkeit eines bedeutenderen Stoffwechsels nach dem Tetanus als vor demselben und während seiner Dauer, in der sich diese Veränderung des Blutes erst nach und nach entwickelt, ergibt.

In der Abnahme der festen Stoffe im Blute haben wir eine zweite Art, wie physiologisch die Blutmenge vermindert wird, indem hier — ein Gleichbleiben der relativen Gesamtblutmenge vorausgesetzt — die wesentlichen Blutstoffe eine Verminderung erfahren. Alles, was über die Wirkung einer Verminderung der flüssigen Gesamtblutmenge erkannt wurde, muss sich mit geringen Ausnahmen auch ergeben, wenn nur eine Verminderung der festen Blutstoffe allein eingetreten ist. Umgekehrt erscheint eine Zunahme der festen Blutbestandtheile in ihren Wirkungen mit einer Vermehrung der flüssigen Gesamtblutmenge als fast vollkommen gleichbedeutend.

Hier mögen aus diesem Gesichtspunkte einige Blutwasserbestimmungen im Gesamtblute von Menschen in verschiedenen Körperzuständen ihren Platz finden. Das Blut war durch Schröpfen am Oberarm gewonnen.

Nach den Mittelzahlen von SCHERER und OTTO¹⁾ beträgt für das normale Menschenblut:

Wassergehalt . . .	79,06%	=	79
feste Stoffe . . .	20,94	=	21
	100,00		100

bei zwei fiebernden, jungen, männlichen Kranken fand ich das Blut zusammengesetzt:

I. Wasser . . .	78,99
feste Stoffe . . .	21,01
	100,00

II. Wasser . . .	77,77
feste Stoffe . . .	22,23
	100,00

Bei einem durch Typhus erschöpften Mann von 46 Jahren zeigte sich Blut bestehend aus:

III. Wasser . . .	88,93
feste Stoffe . . .	11,07
	100,00

Bei einem Weib mit Eiweiss im Harn und beginnendem Oedem an den Füßen enthielt das Blut:

IV. Wasser . . .	81,98
feste Stoffe . . .	18,02
	100,00

Besonders auffallend ist das Resultat von Versuch Nr. III. Es zeigt, wie durch gestörte Ernährung das Blut ganz in derselben Weise an festen Bestandtheilen abnimmt, wie wir das Band I, pg. 73 durch die Versuche über

1) C. LUDWIG, Physiologie II, pg. 25.

Wasserbestimmungen in den verschiedenen Geweben alter Individuen für die übrigen Hauptbestandtheile des Körpers nachgewiesen haben.

Es kann sonach durch gestörte Ernährung der relative Wassergehalt des Gesamtorganismus — seiner Organe mit dem Blute — im Verhältniss zu den festen Stoffen auf das Doppelte ansteigen, mit anderen Worten, die festen Bestandtheile aller Organe und des Blutes, von denen, wie wir sahen, die Grösse des Stoffwechsels als von einem Hauptfactor mit bedingt wird, können um die Hälfte vermindert werden. Für die Aufgabe der Ernährung in und nach erschöpfenden Krankheiten gibt diese Erfahrung dem Arzte erwünschte Gesichtspunkte.

Auch Fall Nr. IV zeigt eine Vermehrung des Blutwassergehaltes (Hydraemie) während Nr. I und Nr. II für eine primäre Zunahme der festen Blutstoffe im Fieber sprechen, was vielleicht mit der Steigerung des Stoffverbrauchs im Fieber Hand in Hand gehen könnte. Die Verminderung des Wassers im Blute fiebernder Kranken hängt zunächst wohl mit dem gesteigerten Gesamtwasserungsverlust derselben durch Perspiration zusammen.

Derartigen Schwankungen, wie wir sie hier in dem Gehalte des Blutes an festen Stoffen im Allgemeinen angetroffen haben, begegnen wir bekanntlich auch, wenn wir das

Hämoglobin

als einen der wesentlichsten festen Blutbestandtheile allein in's Auge fassen.

Schon oben wurde darauf hingewiesen, dass bei den Versuchen HEIDENHAIN'S über die verschiedene Färbekraft des venösen und arteriellen Blutes sich ein höherer Gehalt des venösen Blutes an Hämoglobin ergibt. Meine Versuche bestätigen diese Angabe, cfr. oben.

Ein analoger Unterschied in der Färbekraft des Blutes wurde durch die folgenden Versuche auch zwischen dem Blute geruhter und tetanisirter Thiere (Frösche) aufgefunden.

Sowohl im durchfallenden wie auffallenden Lichte erscheint das Blut tetanisirter Thiere meist etwas stärker tingirt, d. h. also reicher an Hämoglobin als das geruhter Exemplare. Zum Vergleiche wurden für die genaue Bestimmung von Farbendifferenzen geeignete gleich concentrirte Blutlösungen in Wasser hergestellt, sie zeigten die Differenz in dem angegebenen Sinne. Der Unterschied in der Färbekraft der beiden Blutarten erscheint jedoch im auffallenden Lichte viel bedeutender als im durchfallenden, in welchem die Bestimmung für quantitative Vergleichung angestellt werden. Der Grund für diese Erscheinung liegt darin, dass die Blutlösungen von Blut tetanisirter Frösche sich stets etwas getrübt zeigen, wie das Blut selbst, dadurch scheint fälschlich seine Färbekraft meist um vieles stärker als die des Blutes geruhter Thiere, dessen Lösungen diese Trübheit entweder gar nicht oder nur in geringem Grade zeigen. Versuche einer quantitativen Bestimmung dieses Farbenunterschiedes der beiden Blutarten im durchfallenden Lichte zeigten, dass die Differenzen noch nahezu in die gewöhnlichen Grenzen der Versuchsfehler bei den Farbenvergleichen fallen. Ein Zusatz von 1—2^{cc} Wasser zu 10^{cc} einer für die Farbenprüfung geeignet concentrirten Lösung tetanisirten Blutes machten im durchfallenden Lichte seine Farbe schon auffallend viel heller als die einer

von Anfang an gleichconcentrirten Lösung geruhten Blutes. Bei 2 unter 5 Versuchen war ein Unterschied zwischen den beiden Blutarten in Beziehung auf ihre Färbekraft nicht aufzufinden. Versuche, in denen das Blut tetanisirter Thiere weniger stark gefärbt hätte als das geruhter, kamen nicht vor.

Dadurch ist ein (geringes) Uebergewicht der Färbekraft des Blutes tetanisirter Frösche über das geruhter erwiesen. Der Unterschied ist übrigens so gering, dass er bei den Mengenbestimmungen des Blutes keine Berücksichtigung finden kann.

Ueber die Färbekraft des Blutes verschiedener Thierarten liegen mir vorerst nur 2 neue Versuche vor, eine Vergleichung zwischen Hunde- und Katzenblut.

Das Hundeblood zeigte sich darnach viel reicher an Hämoglobin als das Katzenblut.

0,4724 Gramm arterielles Katzenblut färben nach diesem Versuche gleich wie 0,3485 Gramm arterielles Hundeblood.

Setzen wir die in dem Hundeblood enthaltene Hämoglobinmenge = 100, so enthielt das zur Vergleichung benützte Katzenblut nur 67.

Eigens darauf gerichtete Versuche müssen ergeben, ob das Blut fettreicherer Thiere (Hauskatzen) stets weniger Hämoglobin enthält als das fettärmerer (Hunde), wie dieser Versuch anzudeuten scheint. A priori ist es nicht unwahrscheinlich, dass in manchen Stücken dieselben Gesetze für Hämoglobinvermehrung und Verminderung gelten werden, wie wir sie für die Vermehrung und Verminderung der Gesamtblutmenge aufstellen konnten. Durch Tetanus wird, wie wir sahen, die Blutmenge primär sehr bedeutend (um 26%) vermindert, die Hämoglobinmenge aber, wie wir sehen, nur spurweise vermehrt. Es spricht dieses Ergebniss für einen Verbrauch von Hämoglobin bei der Muskelleistung.

Resultate.

1. **Durch die Arbeitsleistung der Muskeln wird die Gesamtblutmenge des Organismus primär vermindert. Diese Verminderung ist um so bedeutender, je stärker die Muskelleistung.**

2. **Gewöhnung an gesteigerte Muskelarbeit, mit der sich der Organismus in's Gleichgewicht der Ernährung zu setzen vermochte, steigert für die Folge (secundär) die Gesamtblutmenge. Lange andauernde Muskelruhe setzt dagegen die Gesamtblutmenge herab.**

3. Die Blutmenge kann auch physiologisch vermehrt und vermindert werden durch Vermehrung und Verminderung der eigentlich wirksamen Blutbestandtheile — der festen Blutstoffe, vor Allem des Hämoglobins.

Langandauernde Ernährungsstörungen vermindern die festen Blutstoffe um die Hälfte. Fieber scheint, wie es auch vom Tetanus bewiesen ist, die festen Stoffe des Blutes primär zu vermehren.

Der Tetanus vermehrt den relativen Hämoglobingehalt des Blutes in geringerem Masse als er die Blutmenge vermindert, er verbraucht also Hämoglobin.

Capitel III.

Vertheilung des Blutes in den Organen geruhter Thiere.

§. 1.

Methoden.

Die Bestimmung der Blutvertheilung in den einzelnen Organen lebender Thiere bleibt eines der hervorragendsten Desiderien der Physiologie des Blutes, nachdem einmal die Gesamtblutmengenbestimmungen erledigt sind.

In dem Blute kennen wir den Hauptfactor aller Ernährung und Stoffumwandlung im thierischen Organismus. Die Untersuchungen der vorausgehenden Kapitel haben uns seine Wirksamkeit in einigen bisher noch nicht experimentell festgestellten Beziehungen erkennen lassen. Vor Allem sahen wir das Blut sich direct mit seiner Masse an der Thätigkeit der Organe, speciell der Muskeln, betheiligen. Schon aus der gesteigerten Fähigkeit der Arbeitsleistung der Muskeln durch eine Vermehrung ihres Blutgehaltes hatten wir diesen Schluss ziehen müssen, ebenso aus den bestimmten Veränderungen der Blutzusammensetzung durch eine anhaltende Muskelaction. Die Beobachtungen des vorstehenden Capitels zeigen uns nun aber direct, dass ein Theil der Gesamtblutmenge durch die Arbeit einzelner Organe des Körpers verbraucht wird.

Wir haben sonach in dem Sauerstoff-tragenden Hämoglobin die Ursache der Stoffzersetzung, in den festen Blutbestandtheilen überhaupt ein Ersatzmaterial, Reserve für den Verbrauch der Organe bei ihrer Thätigkeit, das überall, wo sein Zutritt nicht künstlich verhindert ist, direct mit an der Organaction durch Materiallieferung sich betheiligt. Das Experiment ergab, dass, je stärker die Organthätigkeit, desto stärker auch der Blutverbrauch sei, wie es nach den Ernährungsgesetzen von BISCHOFF und VOIT vorauszusehen war.

Wir sahen weiter, dass die Gesamtblutmenge mit dem Stoffverbrauch des thierischen Gesamtkörpers in directem Verhältnisse stehe. Je mehr Blut, desto bedeutender der Stoffverbrauch, der Stoffwechsel.

Was sich für die Gesamtheit aller Organe ergibt, dürfen wir schon vor der experimentellen Entscheidung auch als Gesetz für jedes einzelne Organ vermuthen. Wenn mit der im Allgemeinen gesteigerten Blutmenge sich der allgemeine Stoffverbrauch des Organismus steigert, was ist gerechtfertigter als anzunehmen, dass auch in jedem Einzelorgan durch vermehrte Blutmenge eine Steigerung seines Stoffwechsels eintrete? Schon von vornherein hat diese Annahme ein Recht auf fast absolute Glaubwürdigkeit. Es wird uns in der Folge

gelingen, noch weitere exacte Beweise dafür beizubringen, als sie schon in der Einleitung erwähnt wurden. Schon jetzt beweisen uns die mehrerwähnten Versuche am Muskel, dass mit der gesteigerten Blutmenge die Fähigkeit eintrete zu einem Stoffmehrverbrauch, auf dem die grössere Arbeitsleistung eines blutreichen Muskels beruht.

Die Blutvertheilung in den einzelnen Organen, die nicht nur Leitungsorgane des Blutes sind, gewinnt dadurch ihre eigentliche Bedeutung. Der Bluth Reichthum eines Organs ist uns ein directes Maass für die Grösse des in ihm stattfindenden Stoffwechsels. Wir wollen uns bei den folgenden Betrachtungen dieses Maasses bedienen, ehe wir ein neues, aus der Thätigkeit der Organe selbst entlehnt, erhalten werden.

Der Gedanke, dass aus dem Reichthum der Blutgefässe, namentlich der capillaren auf die Energie der Stoffwechselvorgänge in denselben geschlossen werden dürfe, ist alteingebürgert. Stillschweigend oder ausdrücklich bezog man sich hierbei auf die oben formulirte Voraussetzung, dass die Blutmenge mit dem Stoffwechsel in einem directen Verhältnisse stehe, dass mit der ersteren eben auch der letztere gesteigert werde.

In dem Reichthum an Capillargefässen zeigen nun die thierischen Gewebe einen bedeutenden Unterschied.

Den grössten Reichthum zeigen die Drüsengewebe, vor Allem zeichnen sich das Lebergewebe und die Lungen dadurch aus. Weit ärmer erscheinen die Muskeln, Sehnen und Nervenstämme und weisse Nervensubstanz an Capillargefässen, während dagegen die graue Nervenmasse einen bedeutenden Reichthum an solchen erkennen lässt, woraus man sich gewöhnt hat, an eine grössere Stärke der Stoffwechselvorgänge in diesem Centralorgane der Nerveinwirkung zu glauben. Das Zwischenbindegewebe tritt zwar als Träger der grösseren Blutgefässe auf, es besitzt aber selbst keinen dem des Drüsengewebes vergleichbaren Reichthum an Capillaren. Dasselbe ist mit der compacten Knochenmasse und mit der äusseren Körperhaut der Fall.

Die mikroskopische Beobachtung würde uns schon erlauben, eine Scala über den Bluth Reichthum der Organe und damit über die vermuthliche Energie des in ihnen vor sich gehenden Stoffwechsels aufzustellen. In dieser Scala würde wohl die Leber neben der Lunge die erste Stelle einnehmen, dann die übrigen Drüsen, graue Nervenmasse, Muskeln, weisse Nervensubstanz und Nervenstämme, Bindegewebe mit Sehnen, Häuten und Knochen und der äusseren Körperhaut, Hornhaut und Knorpel, dann Glaskörper und Linse machten den Schluss.

Wenn wir Knochen, Muskeln, Nervensubstanz und Haut unter der Bezeichnung: Bewegungsapparat zusammenfassen, so lassen vielleicht schon diese Ergebnisse der mikroskopischen Analyse vermuthen, dass sich in der noch restirenden Organgruppe, die wir als Drüsenapparat und Blutleitungsapparat bezeichnen können, obwohl sie an absolutem Gewicht der ersteren nachsteht, ein bedeutender Theil der Gesamtblutmenge finden werde.

Da es darauf ankam, die Blutmengen selbst zu bestimmen, die in dem Organe in der Zeiteinheit vorhanden sind, so konnte vorerst nur die WELCKER'sche Blutbestimmungsmethode hier in Anwendung gezogen werden. Bei Fröschen

bietet die Blutbestimmung in dem Bewegungsapparate sehr geringe Schwierigkeiten dar. Mit einem feinen, aber genügend starken Faden wird der Oberschenkel umschlungen und, ohne dass dem Thiere sonst ein weiterer Zwang angethan würde, plötzlich zugezogen. Die Muskeln lassen sich bekanntlich leicht dadurch zertrennen, und es ist nicht ersichtlich, wie hierbei ein Verlust von Blut in dem abgebundenen Organe eintreten könnte. Nur insofern existirt eine Fehlerquelle, als man sich hüten muss, noch grössere Stücke der Extremität über dem Unterbindungsfaden mit zu den auf ihren Blutgehalt zu prüfenden Organen hinzuzubekommen. Durch die Unterbindung sind die oberhalb des Unterbindungsfadens liegenden Gewebspartien in ihrem normalen Blutgehalt bedeutend vermindert. Offenbar wird durch die angewendete Pressung das Blut der oberhalb liegenden Organe dem Stamme zu gedrückt, wie das unterhalb befindliche Blut nach abwärts gepresst wird. Vor der Unterbindung wurden stets noch einige leichte passive Bewegungen mit den Gliedern gemacht, auch wenn auf einen relativen Ruhezustand geprüft werden sollte.

Die Unterbindung der Lebergefässe und das Ausschneiden dieses Organes ohne Blutverlust gelingt nach einiger Uebung ebenfalls leicht. Das Thier muss natürlich bei dieser Operation ohne Druck auf seine Extremitäten befestigt sein, welches am besten durch einige in der Haut befestigte Stiftchen geschieht.

Schwieriger als an Fröschen sind die zu diesen Blutbestimmungen nöthigen Operationen an Säugethieren. Hier ist eine sehr sorgfältige und geschickte Assistenz unumgänglich nöthig. Ich benütze hier die Gelegenheit, das Verdienst des Herrn Dr. L. PUILLE anzuerkennen, dem ich das Gelingen der folgenden Versuche wesentlich mit zu danken habe. Bei der Bestimmung der Blutmengen in den hinteren Extremitäten von Kaninchen, Hunden und Katzen mussten, nachdem die Ligatur lose um die Gefässe gelegt war, die Hinterbeine losgebunden und bei möglichst geringem Druck mehrmals passiv bewegt werden, um die durch das Aufbinden gestörte Circulation wieder in Gang zu setzen. Nun wurde doppelt unterbunden und sofort mit einem Schlag des schweren Hammers auf das grosse Hackmesser die unteren Extremitäten abgetrennt. Der Assistent erhob in demselben Augenblicke diese letzteren mit der Wunde nach aufwärts und mit raschen Scheerenschnitten wurde die Eingeweide- und Hautverbindung noch durchtrennt. Um die stärkere Füllung der Eingeweide mit Blut zu verhüten, wurden sie nicht, resp. möglichst wenig entblösst. So gelingt es sicher, wenn nur die Unterbindungen gelungen sind, die gesammte in den unteren Extremitäten enthaltene Blutmenge zusammenzuhalten. Anfänglich liess ich die nach der Unterbindung getödteten Thiere gefrieren, stand aber nachher aus verschiedenen Gründen davon ab, besonders aber, weil ich einen grösseren Verlust an Blut aus den unteren Bewegungsorganen durch Anastomosen in dem Rückgratskanal zu beobachten glaubte. Dieser etwaigen Ausgleichung wegen wurde eben das Abtrennen momentan nach der Unterbindung in der oben geschilderten Weise vorgenommen und jene ersten Versuche cassirt.

Noch mehr Sorgfalt und geschickte Unterstützung erfordern die Abbindungen der Lebergefässe bei Kaninchen. Wir gewöhnten uns auf ein gegebenes

Commando gleichzeitig zuzuschnüren. Ueber die weiteren Organe ist Nichts zu sagen.

Selbstverständlich wurden die Thiere nicht anästhesirt oder narkotisirt, und von vornherein nur solche Versuche als brauchbar betrachtet, in denen die Operationen ohne allen Blutverlust gelungen waren. Bei der Untersuchung der Leber waren dazu noch einige Hilfsunterbindungen in der Muskulatur nöthig, die übrigens mit einiger Aufmerksamkeit auf das Sicherste gelingen.

Der Grund, warum diese selbstverständlichen Operationsmomente angegeben werden, ist einzig der, zu zeigen, dass kein möglicherweise zu berücksichtigender Versuchsfehler unbeachtet blieb. Die Versuche machen Anspruch auf die grösste Genauigkeit, mit der sie wohl überhaupt ausgeführt werden können ¹⁾.

Was über die Ausführung der WELCKER'schen Methode im Capitel II gesagt wurde, bedarf hier keiner Wiederholung.

Wir schreiten sogleich zur Darstellung der Versuche selbst.

§. 2.

Vergleichende Bestimmungen über den Blutgehalt in dem Bewegungsapparate geruhter lebender Froschmännchen.

Um den Blutgehalt im gesammten Bewegungsapparate am lebenden Thiere zu bestimmen, wurde ein Theil desselben direct abgebunden und der Blutgehalt desselben gemessen.

Der übrige Bewegungsapparat wurde gewogen und nach dem Verhältniss des Blutgehaltes, der in dem abgebundenen Theile desselben direct bestimmt war, sein Blutgehalt gerechnet. Diese Blutmenge abgezogen von der Gesamtblutmenge ergab den Blutgehalt des Drüsenapparates mit dem des Blutleitungsapparates.

In folgender Tabelle VII sind einige Versuche an Fröschen zusammengestellt, welche die Blutmenge im Bewegungsapparat relativ geruhter Thiere zusammenfasst. Um dem Einzelversuch nicht zu viel Platz einräumen zu müssen, sind sowohl die absoluten als die relativen beobachteten Gewichtsverhältnisse eingetragen. Die Versuche dienen zugleich als Controlbestimmungen, indem sie die Differenzen zeigen, die zwischen dem Blutgehalte ruhender Extremitäten vorkommen können. Da der Blutgehalt unter dem Einfluss des Tetanus später bestimmt werden soll, ist diese experimentelle Betrachtung unerlässlich. Der erstabgeschnittene Schenkel wurde mit *a*, der zweite mit *b* bezeichnet.

1) Dr. GSCHIEDLEN's schon mehrfach erwähnte Versuche über denselben Gegenstand werden unten mit berücksichtigt werden.

Tabelle VII.
Ueber den Blutgehalt des Bewegungsapparates geruhter Frösche (Männchen).

Versuchs- Nummer.	Körperge- wicht in Grammen.	Bewegungs- apparat in Grammen.	Blutgewicht in		Inspection- Ergebniss des Blutes.	Blutmenge des erstabge- schnittenen Schenkels = a		b differirt von a um		Der Bewegungsapparat enthält Blut in	
			Grammen.	Procenten des Körper- gewichts.		in Grammen. = b	Grammen. = b	Grammen.	Procente.	Procenten d. Gesamt- blutmenge.	Procenten des Organe- wichts.
1.	—	—	—	—	8,0 Beide Blutlösungen = 50 ^{cc} sind fast gleich colorirt, b etwas stärker. 40 ^{cc} a = 46 ^{cc} b ¹⁾	0,1358	0,1561	+ 0,0213	+ 16 ⁰ / ₀	—	1,82 ⁰ / ₀
2.	—	—	—	—	6,7 40 ^{cc} a = 43 ^{cc} b	0,1048	0,1130	+ 0,0082	+ 7 ⁰ / ₀	—	1,63 ⁰ / ₀
3.	—	—	—	—	8,0 40 ^{cc} b = 48 ^{cc} a	0,1513	0,1261	— 0,0252	— 20 ⁰ / ₀	—	1,73 ⁰ / ₀
4.	49,5	44,2	2,4332	4,91 ⁰ / ₀	9,0 40 ^{cc} b = 45 ^{cc} a	0,1777	0,1565	— 0,0212	— 13 ⁰ / ₀	33,3 ⁰ / ₀	1,86 ⁰ / ₀
5.	33,7	30,2	1,6786	4,92 ⁰ / ₀	5,9 40 ^{cc} a = 46,7 ^{cc} b	0,1032	0,1205	+ 0,0173	+ 16 ⁰ / ₀	33,4 ⁰ / ₀	1,89 ⁰ / ₀
6.	42,3	37,8	2,0000	4,72 ⁰ / ₀	7,4 40 ^{cc} b = 56 ^{cc} a	0,1040	0,0984	— 0,0056	— 5 ⁰ / ₀	25,0 ⁰ / ₀	1,32 ⁰ / ₀
Im Mittel:	42,5	37,4	2,0373	4,85 ⁰ / ₀	7,7 Das Versuchser- gebniss zeigt kei- nerlei Constanz, einmal enthält a mehr Blut, ein andermal b.	0,1295	0,1284	a — b = 0,0011	a — b = — 1 ⁰ / ₀	30,8 ⁰ / ₀	1,709 ⁰ / ₀

1) Zu 40^{cc} b müssen noch 6^{cc} Wasser gesetzt werden, um es auf die Concentration von a zu bringen; in analoger Weise sind die folgenden Angaben zu verstehen. Die rechts stehende Blutlösung ist immer die concentrirtere.

Die fein zerhackten Schenkel wurden — die Haut ihrer stark sauern Reaction wegen stets gesondert — mit je 50^{cc} Wasser angegossen, um die Concentration der Blutlösungen vergleichen zu können. Nachdem die Mischungen gleichlang gestanden, wurden sie auf ihre Differenzen in der Concentration geprüft. Die Rubrik: *Inspections-Ergebniss des Blutes* stellt die hierbei für die Verwerthung der Versuche als Controle für Versuche bei Tetanus wichtigen Ergebnisse zusammen. Die Concentrationen waren niemals absolut gleich, obwohl stets sehr ähnlich. Es müssen zur einen oder anderen der Blutmischungen noch einige Cubikcentimeter Wasser gegeben werden, um sie auf die Verdünnung der anderen zu bringen. Die physiologischen Schwankungen im Blutgehalte der Muskelsubstanz, auf die ja die Blutmenge des Bewegungsapparates sich vor Allem bezieht, ist, wie die quantitativen Vergleiche ergeben, auch während der relativen Muskelruhe nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen. Sie betragen im Maximo bis 20%, man vergleiche Nr. 3 und Nr. 5 der Tabelle. Aber gerade diese beiden Versuche zeigen auch, dass diese Differenzen wenigstens von der Zeit des Abschneidens des Schenkels unbeeinflusst sind. In den folgenden Versuchen mit Tetanus musste der Natur der Sache nach der zum Vergleich dienende, relativ geruhte Schenkel früher vom Gesamtkörper getrennt werden, als der tetanisirte. Es wäre a priori nicht als unmöglich zu bezeichnen gewesen, dass die Zeit des Abschneidens eine constante Differenz im Blutgehalte bedinge. Würde eine solche Differenz mit der, die der Tetanus setzt, in der Richtung und Grösse zusammenfallen, so wären dadurch wohl vergleichende Bestimmungen, wie wir sie beabsichtigen, unmöglich gemacht. Die Resultate zeigen nun, dass eine Constanz der Versuche in der Richtung der Zeit des Abschneidens nicht existirt. Die verschieden gerichteten Differenzen gleichen sich gegenseitig fast vollkommen aus, sodass zuletzt nur noch eine Differenz von 1% übrig bleibt, die auf Rechnung des erstabgeschnittenen Schenkels fällt. Da die bei Tetanus beobachteten Differenzen weit grössere sind, als die hier zur Geltung kommenden, da sie stets nach einer und derselben Seite eintreten, so dürfen wir ohne weiteres Bedenken annehmen, dass die hier mitgetheilten Controlversuche die Beweiskraft der folgenden vollkommen erhärten.

Ausser diesem die Sicherheit der angewendeten Methode ergebenden Versuchsergebnisse ertheilen uns die vorstehend mitgetheilten Beobachtungen auch noch eine Reihe von Aufschlüssen, die mit der Gesamtfrage in directer Beziehung stehen.

Die hier zunächst der Vergleichung zu Gebote stehenden Versuche ergeben als Durchschnittsresultat die Blutmenge der Gesamtfrosche zu:

$$4,85\%;$$

aus den früher mitgetheilten Versuchen wissen wir, dass dieselben steigen können bis auf: 9,0% und dass unsere Gesamtmittelzahl aus allen an geruhten Fröschen angestellten Blutbestimmungen den Werth: 6,52% ergeben hat.

Aeusserst auffallend sind im Vergleiche damit die Werthe, welche wir hier für die Blutmengen im Bewegungsapparat der Frösche verzeichnet finden.

In der vorstehenden Tabelle schwankt der procentische Blutgehalt des Bewegungsapparates zwischen:

1,89⁰/₀ und 1,32⁰/₀.

Im Mittel beträgt er

1,709⁰/₀.

Aus den obigen Zusammenstellungen ergibt sich weiter, dass der Bewegungsapparat: 89,3⁰/₀ des Gesamtkörpergewichts für sich in Anspruch nimmt, sodass für den Drüsenapparat nur 10,7⁰/₀ verbleiben.

Was für ungemein grosse Differenzen in dem relativen Blutgehalte der Organe lassen diese Beobachtungen erkennen!

Nach der angeführten Berechnungsweise finden wir, dass von dem Gesamtblutgehalte der Frösche nur: 30,8⁰/₀ im Bewegungsapparat enthalten sind, für den Drüsen- und Blutleitungsapparat bleiben daher noch: **69,2⁰/₀** der Blutmenge.

Diese Mittelzahlen behalten auch ihre Geltung bei Betrachtung einer noch weit grösseren Anzahl von Versuchen, die in der Folge noch weiter besprochen werden sollen. Aus denselben berechnet sich das Mittel des Blutgehaltes im Bewegungsapparate geruhter Thiere auf: 4,707⁰/₀, was von dem Mittelwerthe unserer Tabelle nur um 0,002⁰/₀ = 0 sich unterscheidet.

Vorläufig stehen diese weiteren Werthe in folgender kleinen Hülftabelle, welche nur den procentischen Blutgehalt des Bewegungsapparates geruhter Thiere enthält, der uns hier vor Allem interessirt.

Hülftabelle zu Tabelle VII.

10 weitere Versuche über den Blutgehalt des Bewegungsapparates geruhter Froschmännchen.

Versuchs-Nummer.	Blutgehalt in Procenten des Gewichts des Bewegungsapparates.
1.	1,725 ⁰ / ₀
2.	2,043 ⁰ / ₀
3.	1,714 ⁰ / ₀
4.	1,743 ⁰ / ₀
5.	2,479 ⁰ / ₀
6.	1,726 ⁰ / ₀
7.	1,422 ⁰ / ₀
8.	1,709 ⁰ / ₀
9.	1,058 ⁰ / ₀
10.	1,667 ⁰ / ₀
Im Mittel:	1,707⁰/₀

Es ist einleuchtend, dass dieses Ergebniss des Versuchs uns einen Einblick in unerwartete Verhältnisse des Organstoffwechsels gewährt.

Man glaubte bisher meist annehmen zu dürfen, dass der Bewegungsapparat des thierischen Körpers, dessen Hauptmasse die Muskeln ausmachen ¹⁾, sich

1) Die näheren Verhältnisse siehe in den folgenden Capiteln.

dem Organgewichte entsprechend an dem Stoffwechsel betheilige. Wenn man auch nicht volle 89,3% des Stoffwechsels auf die Muskulatur (Bewegungsapparat) rechnen zu können meinte, so schien doch immerhin weitaus der grösste Theil des Stoffumsatzes in der den grössten Theil des Körpers ausmachenden Muskulatur stattzufinden¹⁾. Das Ergebniss der Blutbestimmung lehrt uns, dass diese scheinbar so gerechtfertigte Vermuthung sich nicht bestätigen werde. Nehmen wir das Blut, welches in den Organen in der Zeiteinheit enthalten ist, als Maass des in ihnen vor sich gehenden Stoffwechsels an, so können wir nach den hier mitgetheilten Zahlenwerthen für den Blutgehalt, dem Bewegungsapparat, vorläufig nur eine Betheiligung von

30,8%

an dem Gesamtstoffwechsel zugestehen, da der Blutgehalt des Bewegungsapparates nur 30,8% der gesammten Blutmasse des Froschkörpers beträgt. Der Drüsenapparat würde danach mit einer Grösse von

69,2%

an dem Gesamtstoffwechsel Antheil nehmen.

Dieses Verhältniss gestaltet sich für den Bewegungsapparat noch ungünstiger, wenn wir nicht die aus den drei in Tabelle VII direct zum Vergleiche angestellten Versuchen berechnete Mittelzahl für den Gesamtblutgehalt der Frösche in Rechnung ziehen, sondern, den weiteren Blutbestimmungen im geruhten Bewegungsapparat entsprechend, die oben angeführte höhere Gesamtmittelzahl aller Blutbestimmungen an geruhten Froschmännchen.

Doch leuchtet ein, dass wir bei einer derartigen Rechnung von dem Blutgehalte der Organe auf den Stoffwechsel noch eine, wie sich ergeben wird, sehr bedeutende Correctur anzubringen haben. Von den 69,2% Blut in den nicht zum Bewegungsapparat zu rechnenden Körperorganen befindet sich ein noch unbestimmter Antheil, nach unseren späteren Beobachtungen wohl mehr als die Hälfte, in den grossen, der Circulation dienenden Gefässen und im Herzen, in denen der Stoffwechsel doch offenbar nicht mit gleicher Stärke stattfindet wie bei dem Wechselverkehr des Blutes mit den Organen in dem Capillarkreislaufe. Diese nicht unbeträchtliche Blutmenge wird zum grössten Theil von der gesammten Körperblutmenge abgerechnet werden müssen, um eine Vergleichung der Organthätigkeiten je nach ihrem Blutgehalte zu ermöglichen in dem Sinne, den wir diesen Versuchen beilegen. In den folgenden Resultaten finden wir dazu das nöthige Versuchsmaterial.

Vorläufig weisen wir nochmals darauf hin, dass der Drüsen- und Blutleitungsapparat des Frosches 10,7% des Gesamtkörpergewichtes ausmacht. Da in ihm 69,2% der gesammten Blutmenge enthalten sind, so beträgt sein auf sein Organgewicht berechneter procentischer Blutgehalt

27,4%,

während, wie mehrmals erwähnt, der Bewegungsapparat nur 1,707%, resp. 1,709% im Mittel enthält. Sehen wir von der als nothwendig sich ergebenden Correction dieser Zahlenwerthe ab, so lässt sich aussprechen, dass sich die

¹⁾ z. B. A. Fick, med. Physik. S. 209. II. Auflage. 1866.

relative Stärke des Stoffwechsels in dem Bewegungsapparate zu dem in dem Drüsen- und Blutleitungsapparate verhalte wie 1,707 : 27,4, d. h. wie

1 : 16.

In einem bestimmten Gewichte Muskelsubstanz wäre danach der Stoffwechsel 16 Mal geringer als in dem gleichen Gewichte von Drüsen- und Blutleitungs-substanz.

Es wird sich ergeben, dass diese enorm scheinenden Unterschiede wirklich in kaum geringerer Höhe, als sie hier ohne Correctur sich stellen, zur Wirksamkeit kommen.

In dem folgenden Paragraphen werden die analogen Versuchsergebnisse für Warmblüter zusammengestellt.

§. 3.

Vergleichende Bestimmungen über den Blutgehalt in dem Bewegungs- apparate lebender geruhter Säugethiere.

I.

Versuche an Kaninchen.

In dem vorstehenden Paragraphen wurden zuerst die Versuche an Fröschen beschrieben, da bei denselben gegen die Versuchsmethode keine begründeten Einwendungen gemacht werden können. Hier folgen die Versuche an Säugethieren, welche, in der oben angeführten Weise mit der grössten Sorgfalt ausgeführt, allen Anspruch auf grösstmögliche Genauigkeit ihrer Resultate machen. An lebenden Kaninchen wurden 6 derartige Beobachtungen gemacht (s. folg. Seite).

Die auffallenden Unterschiede zwischen dem procentischen Blutgehalte des Bewegungsapparates und des Drüsen- und Blutleitungsapparates, denen wir bei den Fröschen begegneten, finden wir in analoger Weise auch bei den Kaninchen wieder, bei den ersten Repräsentanten der Säugethiere, die wir betrachten.

Es berechnet sich aus den Versuchen ein mittlerer Blutgehalt für den

Bewegungsapparat der Frösche 1,70%,

» » Kaninchen 2,70%,

während der Drüsen- und Blutleitungsapparat dagegen an Blut enthält

bei Fröschen 27,40%,

» Kaninchen 48,00%.

Im Allgemeinen ist der Blutgehalt der Säugethierbewegungsapparate, also namentlich der Muskeln, ein höherer als bei Kaltblütern, der Stoffwechsel in ihnen also dem entsprechend ein stärkerer, was wir aus anderen, allgemeinen Beobachtungen längst haben schliessen dürfen. Den procentischen Blutgehalt der zweiten Organgruppe können wir vor der Anbringung der Correction für den Blutleitungsapparat keiner ausreichenden Analyse unterwerfen. Erst wenn der Blutgehalt der einzelnen Drüsen bekannt sein wird, können wir darüber Aufschluss erwarten, ob der Drüsenstoffwechsel bei Säugethieren sich dem höheren Muskelstoffwechsel analog auch höher zeigt als bei Fröschen.

Tabelle VIII.

Ueber den Blutgehalt des Bewegungsapparates und der Eingeweide lebender geruhter Kaninchen.

Versuchs- Nummer.	Beobach- tungsthier.	Körper- reinge- wicht in Grammen.	Eingeweide in Gram- men.	Procenten des Körper- gewichts.	Beweigungs- apparat in Gram- men.	Procenten des Körper- gewichts.	Gesamtblut- menge in Gram- men.	Procenten des Körper- gewichts.	Blutmenge in den Ein- geweiden in Gram- men.	Procenten d. Gesamt- blutmenge.	Procenten des Organ- gewichts.	Blutmenge im Bewe- igungsapparat in Gram- men.	Procenten d. Gesamt- blutmenge.	Procenten des Organ- gewichts.
1.	Kaninchen (geruhet)	4244	179	44,40/0	4065	85,60/0	55,03	4,40/0	39,21	71,290/0	21,90/0	45,82	28,710/0	4,50/0
2.	„	4304	197	45,10/0	4170	84,90/0	72,72	5,60/0	44,09	60,630/0	22,90/0	28,63	39,370/0	2,20/0
3.	„	221	54,6	24,60/0	166,9	75,40/0	48,07	8,20/0	40,31	57,130/0	48,90/0	7,76	42,870/0	4,70/0
4.	„	4023	487	48,20/0	836	81,80/0	39,39	3,70/0	28,57	62,100/0	45,30/0	40,81	37,900/0	4,30/0
5.	„	418	415	27,50/0	303	72,50/0	25,46	6,10/0	47,24	67,800/0	45,00/0	8,22	32,200/0	2,70/0
6.	„	288	85	29,50/0	203	70,50/0	49,73	6,90/0	12,03	61,000/0	44,40/0	7,70	39,000/0	3,80/0
Im Mittel:				21,50/0		78,50/0		5,80/0		63,40/0	18,00/0		36,60/0	2,70/0
Grenzwert I (Maximum des Blutgehaltes im Bewegungsapparate):										57,130/0	48,90/0		42,870/0	4,70/0
Grenzwert II (Minimum des Blutgehaltes im Bewegungsapparate):										71,290/0	21,90/0		28,710/0	4,50/0

Die procentische Vertheilung des Gesamtblutes auf die einzelnen Organgruppen ist bei Fröschen und Kaninchen auffallend ähnlich. Es beträgt in Procenten der Gesamtblutmenge

die Blutmenge des Bewegungsapparates bei Fröschen . . . 30,6⁰/₀,

die Blutmenge des Drüsen- und Blutleitungsapparates bei
Fröschen 69,4⁰/₀,

dagegen finden wir hier

die Blutmenge des Bewegungsapparates bei Kaninchen . . . 36,6⁰/₀,

die Blutmenge des Drüsen- und Blutleitungsapparates bei
Kaninchen 63,4⁰/₀.

Die Uebereinstimmung der Resultate ist eine so auffallende, dass sie sich gegenseitig zur Controle dienen. Die beiden Versuchsmethoden verdienen sonach, wie es scheint, gleiches Vertrauen.

Nach Berücksichtigung des Gemeinsamen in den Resultaten müssen wir unsere Aufmerksamkeit noch den Differenzen derselben zuwenden im Zusammenhalt mit den bisherigen Versuchsergebnissen.

Aus Tabelle II und ihrer Hülftabelle ergibt sich, dass kleinere, jüngere Thiere derselben Thierspecies relativ mehr Blut enthalten als ältere, ausgewachsene, besonders als fette Exemplare. Wir bezogen diesen höheren Blutreichthum dort auf eine grössere Energie des Gesamtstoffwechsels bei diesen Thieren, welchen nach Tabelle I auch ein grosser Stoffverbrauch entspricht. Jetzt sehen wir ganz analoge Differenzen des Blutreichthums wie dort bei Betrachtung des Gesamtorganismus so auch hier bei Betrachtung einzelner Organgruppen auftreten.

Mit dem steigenden Körpergewicht sehen wir eine Abnahme der procentischen Blutmenge im Bewegungsapparat, auf das Gewicht des letzteren bezogen, eintreten.

Bei Kaninchen mit einem Körperreingewicht über 1000 Gramm
enthält der Bewegungsapparat Blut Nr. 1, 2, 4) 4,67⁰/₀.

Bei Kaninchen mit einem Körperreingewicht unter 500 Gramm
dagegen (Nr. 3, 5, 6) 3,73⁰/₀.

Bei jüngeren, kleineren, magereren Thieren sehen wir danach im Mittel den Blutgehalt der Muskelsubstanz resp. des Bewegungsapparates um mehr als das Doppelte höher als bei älteren, grösseren, fetteren. Der Bewegungsapparat betheiligt sich sonach bei ersteren um mehr als die Hälfte intensiver an dem Gesamtstoffwechsel als bei den erwachsenen Thieren der zweiten Gruppe.

Aus den beobachteten Verhältnissen des Blutgehaltes des Drüsen- und Blutleitungsapparates scheint sich nach den vorstehend mitgetheilten Zahlen ziemlich das Gegentheilige zu ergeben. Stellen wir die Mittelzahlen wie oben zusammen, so haben wir:

bei Kaninchen mit einem Körperreingewicht über 1000 Gramm
enthält der Drüsen- und Blutleitungsapparat Blut (Nr. 1, 2, 4) . 20,0⁰/₀,

bei Kaninchen mit einem Körperreingewicht unter 500 Gramm
dagegen (Nr. 3, 5, 6) 46,4⁰/₀.

Lassen wir dieses letztere Ergebniss zuerst im Weiteren unerörtert, so ergibt sich jetzt doch mit aller Sicherheit schon aus ihm und den Beobachtungen am Bewegungsapparat:

Bei jüngeren, kleineren, fettärmeren Thieren ist der Stoffwechsel, wie oben erwiesen, Hand in Hand gehend mit der Gesamtblutmenge gesteigert. Diese Steigerung bezieht sich zum Theil auf die Organe des Bewegungsapparates, in denen die Blutmenge und damit der Stoffwechsel bei gleichem Gewicht sich mehr als doppelt so gross zeigen als bei Thieren mit der entgegengesetzten Körperconstitution.

Zum Theil mag dieses Verhältniss mit den Phänomenen des Wachstums des Bewegungsapparates zusammenhängen, zum anderen Theil begegnen wir vielleicht hier wie oben einer Einwirkung der Fettanhäufung im Bewegungsapparat, die die Blutmenge relativ wie absolut herabsetzt.

In Beziehung auf die Vertheilung der Gesamtblutmenge lassen sich keine den eben besprochenen Unterschieden ähnliche Differenzen erkennen. Alle Organe enthalten sonach absolut mehr Blut bei den kleineren Thieren.

Wir werden später sehen, dass andere Gründe dafür sprechen, dass auch der Drüsenstoffwechsel bei den jüngeren, kleineren und fettärmeren Individuen grösser ist.

Als allgemeines Resultat heben wir schliesslich noch einmal hervor, dass auch bei Kaninchen von der Gesamtblutmenge kaum mehr als $\frac{1}{3}$ in dem Bewegungsapparate enthalten ist, während auch hier der Bewegungsapparat weitaus die Hauptmasse des Körpers ausmacht, im Mittel 78,50%. Der grösste Antheil des Stoffwechsels fällt sonach nicht auf den Bewegungsapparat, resp. nicht auf die Muskeln, die die Hauptmasse desselben ausmachen.

R. GSCHIEDLEN hat vor uns 5 Versuche über die Blutvertheilung in lebenden Kaninchen angestellt.

Er suchte den Blutgehalt sämtlicher Organe und Gefässe in der Brust und in der Bauchhöhle zusammen zu bestimmen. Er verfuhr dabei folgendermassen ¹⁾

»Ich öffnete einem Kaninchen, dessen Gewicht vorher bestimmt war, die Bauchdecke und unterband die arteriellen und venösen Gefässe dicht unter ihrem Austritt am Zwerchfell in Bausch und Bogen, dann unterband ich die untere Hohlvene und die absteigende Aorta an ihrer Verzweigung in die Art. und Venae iliacae. Hierauf tödtete ich das Thier durch einen kleinen Stich beiderseits in das Zwerchfell, breitete dessen Därme auf einer Glasplatte aus und brachte das Thier in einen wasserdicht schliessenden Zinkkessel, welcher in eine künstliche Kältemischung, aus Kochsalz und Eis erzeugt, gesetzt wurde. Nach einiger Zeit, 4—5 Stunden gewöhnlich, war das Thier in allen seinen Theilen gefroren etc. etc.«

Die Aufgabe, welche sich R. GSCHIEDLEN gestellt hatte, ist offenbar weit schwieriger zu lösen als unsere, in welcher nur eine einzige grössere Unter-

1) Würzburger physiologische Untersuchungen III. Heft. S. 455.

bindung nöthig war. Er sagt selbst über die Fehlerquellen seiner Beobachtungen :

»Es ist z. B. nicht gleichgültig, ob die Arterien und Venen zuerst unterhalb des Foramen quadrilaterum unterbunden werden oder dieselben vor ihrer Verzweigung in die Beckengefäße. Die Werthe, die man bekommt, sind auch wesentlich abhängig von dem Erregungszustande, in dem sich das Thier befindet. Ein wesentlicher Factor ist ferner die Schnelligkeit, mit der operirt wird. Es können daher obige Resultate keinen Anspruch machen auf Anschaulichkeit der Blutvertheilung im normalen Zustande, sondern sie sind nur als Vorstudien zu betrachten zu einer exacten Bestimmung der Blutvertheilung im Thierkörper. Jedenfalls aber geht dies aus den Versuchen hervor, dass die Mengenverhältnisse des Bluts in der Brust und Bauchhöhle sehr variirend sein können. Dieser Satz, schon längst bekannt, wird hier durch Zahlen bewiesen.«

Auf den Zustand der Muskelruhe und Muskelthätigkeit und die dadurch für den Blutgehalt der Organe sich ergebenden Unterschiede wurde dabei nicht geachtet.

Trotz all dieser von GSCHIEDLEN theilweise selbst aufgeworfenen Bedenken stimmen seine Resultate, obwohl in ihnen das Reingewicht und die Gesamtblutmenge nicht direct bestimmt, sondern nur nach Mittelwerthen berechnet wurden, doch ziemlich gut mit den vorstehend mitgetheilten und den im Capitel IV folgenden überein. Wir müssen aus der oben angeführten Bemerkung GSCHIEDLEN's über den Erregungszustand annehmen, dass seine Thiere zum Theil stärkere Muskelbewegungen während der ziemlich langdauernden Operation gemacht haben.

In seiner Tabelle III stimmen die Versuche Nr. 1 (resp. XIV) und 4 und 5 (resp. XVII und XVIII) gut mit unseren Beobachtungen an ruhenden Kaninchen, die Versuche 2 und 3 (resp. XV und XVI) stimmen ebenso genau mit unseren Ergebnissen bei Muskelaction der Kaninchen überein. Die von GSCHIEDLEN beobachteten Schwankungen im Blutgehalt der Bauch- und Brusthöhle gehen aus unseren vorstehenden Untersuchungen mit denen des Capitel IV ebenso wie aus seinen hervor. Ueber die Bestimmungen des Organblutgehaltes bei GSCHIEDLEN cfr. §. 5 und 6.

II.

Versuche an Fleischfressern.

Es wurden die Blutmengen im Bewegungsapparate noch weiter an zwei Hunden und einer Katze bestimmt.

Die Resultate sind in folgende Tabelle zusammengefasst, welche vollkommen der Tabelle VIII entspricht.

Die Methoden sind im Allgemeinen die bei Kaninchen verwendeten; die mitgetheilten Versuche gelangen vollkommen.

Tabelle IX.

Ueber den Blutgehalt des Bewegungsapparates und der Eingeweide lebender geruhter Fleischfresser.

Versuchs- Nummer.	Beobach- tungsthier.	Körper- gewicht in Grammen.	Eingeweide in Gram- men.	Procenten des Körper- gewichts.	Bewegungs- apparat in Gram- men.	Procenten des Körper- gewichts.	Gesamtblut- menge in Gram- men.	Procenten des Körper- gewichts.	Blutmenge in den Ein- geweiden in Gram- men.	Procenten d. Gesamt- blutmenge.	Procenten des Organ- gewichts.	Blutmenge im Bewe- gungsapparat in Gram- men.	Procenten d. Gesamt- blutmenge.	Procenten des Organ- gewichts.
1.	Hund	4711	857	18,20/0	3653	81,80/0	326,6	7,00/0	218,83	67,00/0	25,50/0	107,71	33,00/0	3,00/0
2.	Hund sehr fett	10370	1501	14,40/0	8443	85,60/0	664,38	6,40/0	338,00	50,88/0	22,50/0	326,38	49,12/0	3,80/0
Im Mittel für Hunde: . .				16,30/0	83,70/0		6,70/0		590/0	24,00/0		410/0		3,40/0
3.	Katze sehr fett	2366	248	12,80/0	1934	87,20/0	107,57	4,550/0	176,81	71,40/0	17,80/0	30,76	28,60/0	1,60/0
Gesamtmittel für Fleisch- fresser				14,60/0	85,40/0		5,60/0		60,20/0	20,90/0		34,80/0		2,50/0

Im Allgemeinen zeigen diese Versuche an Fleischfressern ähnliche Resultate, wie wir sie bisher angetroffen. Der Bewegungsapparat der Hunde, der gegen 84% des Gesamthieres ausmacht, enthält im Mittel nur 41% der Gesamtblutmenge.

Der Versuch an der Katze stimmt fast vollkommen mit den Versuchen an fetten Kaninchen überein.

Um die jeder Thierart eigenthümlichen Momente in der Blutvertheilung leichter überblicken zu können, folgen die gewonnenen Mittelzahlen in folgender Hülftabelle neben einander gestellt. Die Tabelle erklärt sich selbst.

Hülftabelle.

Mittelzahlen der Blutvertheilung bei verschiedenen Thierarten während des Lebens.

	Hund.	Katze.	Kanin- chen.	Frosch.
Gesamtblutmenge in Procenten des Körpergewichts	6,70%	4,60%	5,40%	6,50%
Blutmenge in dem Bewegungsapparat				
a) in Procenten der Gesamtblutmenge .	41,00%	28,60%	36,60%	30,60%
b) in Procenten des Organgewichts . .	3,40%	1,60%	2,70%	1,70%
Blutmenge in den Drüsen und Blut- leitungsapparat				
a) in Procenten der Gesamtblutmenge .	59,00%	71,40%	63,40%	69,40%
b) in Procenten des Organgewichts . .	24,00%	17,80%	18,00%	27,40%

Bei den Hunden ist die grosse Blutmenge im Bewegungsapparat auffallend im Vergleiche mit den übrigen Thierarten. Bei diesen Thieren, bei denen wir schon oben aus der grösseren Activität ihrer Bewegungsorgane, aus den grösseren Leistungen, welche sie von ihren Muskeln verlangen, im Vergleiche mit Kaninchen und Katzen einen grösseren Muskelstoffwechsel wahrscheinlich fanden, finden wir dieser Anschauung entsprechend auch einen procentisch sehr hohen Blutgehalt des Bewegungsapparates. Die Mittelzahl 3,40% übersteigt alle anderen Mittelzahlen für dasselbe Verhältniss bei den anderen Thierarten sehr bedeutend und wird nur erreicht und übertroffen von den Einzelbeobachtungen an kleinen, mageren Kaninchen, bei denen ebenfalls der Muskelstoffwechsel relativ hoch ist.

Dieselbe Ursache scheint sich geltend zu machen bei Betrachtung der Vertheilung der Gesamtblutmenge auf die bisher betrachteten Organgruppen.

Bei den Hunden treffen im Mittel 41% der Blutmenge auf den Bewegungsapparat, ein Verhältniss, das sich auch an das bei den kleineren Kaninchen beobachtete anschliesst, sodass nach diesen beiden Gesichtspunkten der Jugendzustand der Kaninchen sich vergleichen lässt mit den Körpervhältnissen der sich stark bewegendenden Fleischfresser. Der Blutgehalt der Bewegungsorgane steigt in dem einen am Hunde gemachten Versuche sogar bis auf nahezu die Hälfte der Gesamtblutmenge. Hier sehen wir sonach die Intensität des Muskelstoffwechsels relativ und absolut gesteigert, sodass ein viel beträchtlicherer Antheil des Gesamtstoffwechsels bei Hunden auf Rechnung des Muskelstoff-

wechsels gesetzt werden kann, als bei den anderen bisher betrachteten Thierarten.

Auch der Drüsen- und Blutleitungsapparat enthält bei den Hunden einen grösseren relativen Blutgehalt als bei Katzen und Kaninchen, ein Verhältniss, auf das wir erst in der weiteren Folge unserer Versuche eingehen können.

§. 4.

Vergleichende Bestimmungen über den Blutgehalt in dem Bewegungs- und Drüsenapparate lebender und tochter geruhter Kaninchen.

Alle die Schwierigkeiten der Operation am lebenden Thiere mit den unvermeidlichen Fehlerquellen derselben würden unnöthig sein, wenn die Blutvertheilung im Thierkörper sich nach dem Tode nicht wesentlich ändern würde.

Aber eine Reihe von Thatsachen, die Jedermann bekannt sind, sprechen, wie es scheint, sehr entschieden für Veränderungen der Blutvertheilung in grossem Styl durch die letzten Vorgänge des Lebens.

Die Arterien sind nach dem Tode leer, sie ergiessen ihren Inhalt in die Venen; der Augenhintergrund erblasst im Tode, zum Beweis, dass die Blutmenge in den Augenhäuten, welche ihre Färbung bedingt, wesentlich verändert wird; bald bilden sich Senkungserscheinungen des Blutes aus in der Leiche, wie sie schon bei geschwächter Lebensenergie in Krankheiten nach längerem Liegen auftreten.

So lange die Frage nach der Blutvertheilung im lebenden Organismus noch nicht gelöst war, konnte selbstverständlich auch auf die weitere Frage nach der Grösse der Veränderungen der Blutvertheilung durch den Tod keine Antwort ertheilt werden.

Im Vorstehenden sind einige Anhaltspunkte für eine Lösung der ersten Aufgabe zusammengestellt. Im Grossen und Ganzen kennen wir nun die Blutvertheilung zwischen dem Bewegungsapparat und den anderen Organen des Thierkörpers. Wir können wenigstens für die bisher gewonnenen Resultate die Frage stellen, wie dieselben im Tode verändert werden.

Da an Kaninchen die Mehrzahl der Versuche über Blutvertheilung im lebenden Thiere angestellt wurden, so bot sich diese Thierspecies auch zur Lösung dieser neuen Aufgabe dar.

Die Thiere wurden durch Verschluss der freigelegten Trachea getödtet, dann todtstarr werden lassen und so in eine Kältemischung eingebracht, aus der sie bei Wintertemperatur nach 46 Stunden vollkommen gefroren genommen wurden. In der Kälte, mit erkalteten Instrumenten wurden die Organe präparirt. Die Gesamtblutmenge wurde aus dem festen Rückstand einer möglichst reinen Blutlösung aus dem Herzen verglichen mit dem festen Rückstand bei 440 Grad getrockneten Kaninchenblutes berechnet. Sonst wurde in der gewohnten Weise nach WELCKER's Methode titirt.

Die Todenstarre sollte sich darum zuerst vollkommen ausbilden, da der gegründete Verdacht bestand, dass durch die Einwirkung der Kälte auf die noch mehr oder weniger reactionsfähige Muskulatur der Blutgefässe das Blut von den äusseren Organen nach den inneren gedrängt werden könnte. Dieser Verdacht

wurde durch das Stadium der Unerregbarkeit in der Todtenstarre, die bei Zimmertemperatur eintrat, ausgeschlossen.

Gegen die Genauigkeit der Versuche könnte nur von Seite der Gewinnung des Werthes für die Gesamtmenge des Blutes eine Einwendung gemacht werden. Die relativen Werthe der Blutvertheilung, nach dem auch sonst verwendeten Verfahren gefunden, sind mit den bisher mitgetheilten vollkommen vergleichbar. Es wird zugegeben werden müssen, dass wir, da die Bluttrockenbestimmungen Blut von zwei Individuen mit einander vergleichen und wir schon wissen, dass im Wassergehalte des Blutes derselben Thierart Schwankungen sich finden, das Gewicht des Gesamtblutes nicht absolut genau werden angeben können. Doch berechnet sich die Blutmenge, wie eine einfache Ueberlegung zeigt, aus den möglichen Differenzen im Blutwassergehalt zweier gleichernährter, gesunder Thiere nur um einige Gramme verschieden. Da unsere Aufgabe ist, die Blutvertheilung, also nur relative Werthe zu bestimmen, so wird die Genauigkeit des Versuchesresultates dadurch nicht beeinträchtigt. Nur die Werthe des Blutgehaltes der Organe, auf ihr eigenes Gewicht gerechnet, leiden an derselben beschränkten Fehlerquelle wie die Gesamtblutbestimmung, die aber auch dieses Resultat nur sehr unwesentlich beeinflussen kann.

In folgender Tabelle X sind die Resultate zweier mit ganz besonderer Sorgfalt ausgeführter Versuche zusammengestellt. Die Tabelle enthält dieselben Rubriken, die in den Tabellen des vorliegenden Capitels ausgefüllt wurden, sodass eine directe Vergleichung möglich ist. Um diese zu erleichtern, stehen die Mittelzahlen für die Blutvertheilung in lebenden Kaninchen neben den aus diesen neuen Versuchen sich ergebenden Mittelzahlen. Die beiden Versuche beziehen sich absichtlich auf Individuen von stark differirendem Gewicht.

Tabelle X.

Vergleichung des Blutgehaltes im Bewegungs- und Drüsenapparate todter, todtenstarrer geruhter Kaninchen und lebender geruhter Kaninchen.

	todte Kaninchen.		Mittel- werthe aus beiden Ver- suchen.	lebende Kaninchen Mittel- werthe.
	Nr. 1.	Nr. 2.		
Körpergewicht in Grammen	629	1742		
Eingeweide,				
a) in Grammen	143	199		
b) in Procenten des Körpergewichts	22,20/0	12,00/0		
Bewegungsapparat,				
a) in Grammen	486	1543		
b) in Procenten des Körpergewichts	77,80/0	88,00/0		
Gesamtblutmenge				
a) in Grammen	42,82	75,04		
b) in Procenten des Körpergewichts	6,820/0	4,400/0	5, 60/0	5,80/0
Blutmenge in den Eingeweiden,				
a) in Grammen	25,36	46,72		
b) in Procenten der Gesamtblutmenge	60,220/0	62,230/0	61,230/0	63,40/0
c) in Procenten des Organgewichts	17,70/0	23,50/0	20,60/0	18,00/0
Blutmenge im Bewegungsapparat,				
a) in Grammen	17,47	29,32		
b) in Procenten der Gesamtblutmenge	39,780/0	37,770/0	38,770/0	36,60/0
c) in Procenten des Organgewichts	3,60/0	1, 90/0	2, 70/0	2,70/0

Das Resultat kommt uns vollkommen unerwartet:

Die Blutvertheilung zwischen dem Bewegungs-, Drüsen- und Blutleitungsapparate wird durch die gewählte Todesart nicht merklich geändert.

Die aus der Tabelle ersichtlichen Differenzen zwischen der Blutvertheilung im Leben und Tod fallen weit innerhalb der für dieses Verhältniss schon bisher erkannten physiologischen Schwankungen.

Dieses Ergebniss, das von der pathologischen Anatomie längst postulirt war, indem man nur in diesem Falle vom Blutgehalt der Organe in der Leiche auf die Blutvertheilung im lebenden Organismus schliessen konnte, ist von grosser Bedeutung.

Fürs Erste lehrt es uns für die Organe des Bewegungsapparates, dass wir aus den am todten Thiere vor Eintritt der Blutsenkung gemachten Blutbestimmungen unter den von uns gesetzten Bedingungen eine Anschauung über die Blutvertheilung in diesen Organen während des Lebens erhalten.

Bei dem im Tode stattfindenden Uebergang des Blutes aus dem arteriellen in das venöse System wurde sonach, wie das Experiment zunächst für die Bewegungsorgane direct lehrt, die Blutmenge der Organe nicht merklich verändert, für eine schematische Anschauung können wir direct annehmen, dass bei der gewählten Todesart der Blutgehalt dieser Organe gleich bleibt. Gewisse, in den Grenzen der physiologischen Schwankung des Blutgehaltes eintretende Veränderungen in dem Blutgehalte nach dem Tode sind selbstverständlich durch dieses Versuchsergebniss nicht ausgeschlossen, aber durch Nichts vorläufig in den Organen erwiesen.

Die Verminderung des Blutes im Auge nach dem Tode hängt vielleicht von ganz einzelnen Bedingungen ab. Die Kraft der Circulation presst gegen den im Auge herrschenden Druck Blut während des Lebens in das Auge ein. Die Kraft der arteriellen Blutbewegung muss zunächst den intraoculären Druck überwinden. Sowie die Circulation in den Arterien aufhört, wird durch den intraoculären Druck auch ein Theil des venösen Blutes aus dem Auge ausgepresst werden müssen. Wir können also die am Auge zu beobachtende Entleerung der Venen im Tode nicht mehr als ein allgemeines Phänomen betrachten. Dass die oben erwähnten Senkungen des Blutes nach dem Gesetz der Schwere erst nach und nach sich ausbilden, ist allbekannt.

Sonach scheinen die Beobachtungen, welche im Tode eine allgemeine, principielle Veränderung der Blutvertheilung wahrscheinlich zu machen schienen, im Lichte der neuen Erfahrungen ihre Beweiskraft zu verlieren.

So viel steht wenigstens neben den oben für den Bewegungsapparat gezogenen Schlüssen schon fest, dass die Summe des Blutes in den Drüsen und im Blutleitungsapparate durch den Tod ebensowenig verändert wurde, wie der Blutgehalt im Bewegungsapparate. Direct darauf gerichtete Versuche müssen lehren, ob sich der Satz auch für die einzelnen Drüsen bewahrheitet. Wir werden in der Folge stets die am lebenden Organismus gewonnenen Resultate über den Blutgehalt zusammenstellen müssen mit den correspondirenden, am todtenstarren, gefrorenen Thiere erlangten.

Es wurden auch zwei Versuche angestellt an Thieren, die nach dem Tode,

aber vor Eintritt der Starre, gefroren waren. Wir müssen bei ihnen einen Einfluss der Kälte auf die Blutvertheilung beim Gefrieren erwarten. Im Folgenden werden diese Versuche mitgetheilt, um eine Anschauung von der Grösse der möglichen Veränderung der Blutvertheilung durch derartige störende Einflüsse zu gewinnen.

Tabelle XI.

Vergleichung des Blutgehaltes im Bewegungs- und Drüsenapparate todter und lebender geruhter Kaninchen. Die Blutvertheilung ist bei den todten durch Einwirkung von Kälte nach dem Tode verändert.

	todte Kaninchen.		Mittel- werth aus beiden Versuchen.	Mittel- werth lebender Kaninchen.	absolute Differenz zu Gunsten der todten Kaninchen.
	Nr. 1.	Nr. 2.			
Körpergewicht in Grammen	612				
Eingeweide.					
a) in Grammen	143				
b) in Procenten des Körpergewichts .	23,4 ⁰ / ₀				
Bewegungsapparat.					
a) in Grammen	469				
b) in Procenten des Körpergewichts .	76,6 ⁰ / ₀				
Gesamtblutmenge.					
a) in Grammen	40,1	70,35			
b) in Procenten des Körpergewichts .	6,53 ⁰ / ₀				
Blutmenge in den Eingeweiden.					
a) in Grammen	29,6	56,18			
b) in Procenten der Gesamtblutmenge	73,9 ⁰ / ₀	79,93 ⁰ / ₀	76,9 ⁰ / ₀	63,4 ⁰ / ₀	+13,5 ⁰ / ₀
c) in Procenten des Organgewichts .	23,5 ⁰ / ₀				
Blutmenge im Bewegungsapparat.					
a) in Grammen	10,6	14,17			
b) in Procenten der Gesamtblutmenge	26,1 ⁰ / ₀	20,07 ⁰ / ₀	23,1 ⁰ / ₀	36,6 ⁰ / ₀	-13,5 ⁰ / ₀
c) in Procenten des Organgewichts .	2,2 ⁰ / ₀				

Diese Versuche zeigen einen sehr deutlichen Einfluss der Kälte auf die Blutvertheilung, so lange die Organe noch ihre Lebenseigenschaften besitzen.

Die Kälte macht die ihr zuerst ausgesetzten äusseren Organe, die Organe der Bewegung blutärmer, dagegen die inneren Organe, den Drüsen- und Blutleitungsapparat blutreicher, ganz in dem Sinne, wie wir eine derartige Einwirkung uns a priori construiren mussten.

Diese Kältewirkung fällt nicht mehr in die Grenzen der physiologischen Schwankungen, die wir bisher beobachteten.

Das Minimum des Blutgehaltes im Bewegungsapparate von Kaninchen fanden wir zu 28,7⁰/₀, das hier unter dem Einfluss der Kälte beobachtete Minimum beträgt dagegen nur 20,0⁰/₀.

Es wird sich vielleicht experimentell entscheiden lassen, ob die Wirkung der Kälte auch bei dem lebenden Thiere eine derartige Veränderung der Blutvertheilung zur Folge habe. Von vornherein ist eine derartige Einwirkung mehr als wahrscheinlich, und wenn wir die stärkere Reaction der Gefässe bei dem noch lebenden Thiere mit in Rechnung ziehen, so werden wir vermuthen dürfen, dass die Kältewirkung bei dem letzteren eine noch viel mächtigere sein

werde. Man könnte das durch Volumsmessung der Extremitäten in Kälte und Wärme entscheiden.

§. 5.

Der Blutgehalt der grossen Drüsen im lebenden und todten Thiere.

I.

Blutgehalt der Leber lebender Frösche.

Um der Frage noch näher zu treten, wie in den Eingeweiden der Bauch- und Brusthöhle das Blut vertheilt sei, wurde noch eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Methode schon einleitend besprochen wurde. Die Resultate, die über den Blutgehalt der Leber bei Fröschen und Kaninchen gewonnen wurden, finden sich in folgenden beiden Tabellen zusammengestellt. In der Tabelle über den Blutgehalt der Kaninchenleber im Leben wurde auch die Bestimmung ihres Blutgehaltes nach dem Tode im todtenstarren Thiere eingesetzt.

Tabelle XII.

Ueber die Blutmengen in der Leber geruhter Froschmännchen.

	Versuchsnummer:				Im Mittel.
	I.	II.	III.	IV.	
Körpergewicht in Grammen	41,2	36,8	38,0	43,4	37,2
Lebergewicht.					
a) in Grammen	4,20	0,90	4,45		1,08
b) in Procenten des Körpergewichts	2,92 ⁰ / ₀	2,44 ⁰ / ₀	3,03 ⁰ / ₀		2,9⁰/₀
Gesamtblutmenge.					
a) in Grammen	2,8743	2,4677	2,8997		2,6462
b) in Procenten des Körpergewichts	7,00 ⁰ / ₀	5,80 ⁰ / ₀	7,70 ⁰ / ₀		6,8⁰/₀
Leberblutmenge.					
a) in Grammen	0,4254	0,4302	0,4226		0,2074
b) in Procenten des Körpergewichts	4,00 ⁰ / ₀	6,00 ⁰ / ₀	44,50 ⁰ / ₀	8,80 ⁰ / ₀	8,3⁰/₀
c) in Procenten des Organgewichts	40,00 ⁰ / ₀	44,40 ⁰ / ₀	36,70 ⁰ / ₀		20,3⁰/₀

Der Antheil der Gesamtblutmenge, welcher in der Leber der Frösche erscheint, ist nach diesen Versuchen auffallend gering.

Es geht daraus offenbar hervor, dass die Hauptmenge des in den Leibeshöhlen befindlichen Blutes bei dem Frosche nicht im Drüsenapparate, sondern in den grossen Blutgefässen, dem Herzen und der Lunge enthalten ist, ein Verhältniss, welches sich auch dem Augenscheine aufdrängt, wenn wir den grossen Blutgehalt des Froschherzens gegenüber den anderen Organen betrachten.

Immerhin ist aber der relative Blutgehalt der Froschleber ein bedeutender, wenn wir das Maximum der Bestimmungen berücksichtigen, welches uns doch jedenfalls lehrt, wie viel Blut unter physiologischen Umständen in der Froschleber enthalten sein kann. Trotzdem, dass auch in diesem Falle in der Leber nur 44,50⁰/₀ der Gesamtblutmenge sich finden, beträgt die Blutmenge der Leber auf ihre eigene Substanz gerechnet 36,70⁰/₀, d. h. :

über $\frac{1}{3}$ der Lebersubstanz!

Die Injectionsergebnisse der Leberblutgefässe liessen ein derartiges Verhältniss zwischen Blut und Lebergewebe mit den übrigen in der Leber sich bewegendenden Flüssigkeiten: Lymphe und Galle erwarten. In demselben Versuche beträgt die Gesamtblutmenge des Frosches 3,0% des Körpergewichtes, die Leber enthält sonach procentisch 12mal mehr Blut (= 36,7%), als das Gesamththier.

II.

Blutgehalt der Kaninchenleber.

Vom Verfasser und Dr. L. Puille.

Ueber die Methoden ist in §. 1 das Nöthige beigebracht. Es verdient noch Erwähnung, dass das Versuchskaninchen Nr. II der folgenden Tabelle während der Operation zeitweilig starke Muskelbewegungen ausführte. Das Uebrige ergibt die Tabelle selbst.

Tabelle XIII.

Ueber die Blutmengen in der Leber lebender und todter Kaninchen.

	Lebende Kaninchen.			Im Mittel aus I, II, III.	todtes, vor d. Gefrieren starres Kaninchen.
	I.	II.	III.		
Körpergewicht in Grammen	846	1234	655	911	629
Lebergewicht.					
a) in Grammen	45,0	52,0	34,5	43,7	43,6
b) in Procenten des Körpergewichts	5,40%	4,210%	5,270%	5,00%	6,930%
Gesamtblutmenge.					
a) in Grammen	44,08	81,40	40,89	55,46	42,82
b) in Procenten des Körpergewichts	5,20%	6,50%	6,30%	6,00%	6,80%
Leberblutmenge.					
a) in Procenten des Körpergewichts	29,50%	16,10%	25,50%	2,40%	29,30%
b) in Grammen	12,74	13,054	10,445	12,75	12,52
c) in Procenten des Organgewichts	28,00%	25,00%	30,10%	27,70%	27,70%

Das Hauptresultat dieser Versuche ist das:

In der Leber der geruhten lebenden Kaninchen sind:

im Mittel 24%

im Maximum 29,50%

der gesammten Blutmenge enthalten, d. h. fast $\frac{1}{3}$! Versuch Nr. II zeigt, dass mit Muskelbewegung die Blutmenge der Leber sinkt.

Durch den Tod wurde in der Leber ebensowenig wie im Bewegungsapparate und im Drüsen- und Blutleitungsapparate im Allgemeinen die Blutvertheilung geändert.

Dieses letztere Resultat hat, wie sich hier und in der Folge versteht, zunächst nur Bezug auf die hier eingehaltenen Versuchsbedingungen ¹⁾.

¹⁾ R. GSCHIEDLEN bestimmte den Leberblutgehalt mit dem Blutgehalt der grossen Gefässe in 3 Bestimmungen zu

Bei der Froschleber haben wir gefunden, dass ihre Substanz im Leben bis zu $\frac{1}{3}$ aus Blut bestehe, hier sehen wir, dass in dieser Beziehung kaum ein Unterschied zwischen der Froschleber und der Kaninchenleber existirt; auch sie enthält nach unseren Bestimmungen bis zu 30,3% Blut auf ihre eigene Substanz berechnet im ruhenden Thiere.

Der Blutgehalt der einzelnen Organe ist uns ein Maass für den in ihnen vor sich gehenden Stoffwechsel. Wir nehmen vorläufig an, dass je nach dem Maasse, nach dem dem Organe Blut in der Zeiteinheit zugeführt wird, es sich auch an dem Gesamtstoffwechsel betheilige.

Aus dem procentischen Blutgehalt auf die Organmasse berechnet, bekommen wir ein Maass für die relative Grösse des Stoffwechsels in gleichen Organengewichten.

Der Bewegungsapparat der Frösche enthält nach Tabelle VII

4,7% Blut

seines Organgewichtes, die Leber dagegen im Mittel 20,3%, im Maximum 36,7%.

Die relativen Intensitäten des Stoffwechsels im gleichen Gewichte Bewegungsapparat und Leber der Frösche verhalten sich danach im Mittel wie 1 : 42, im Maximum wie

1 : 21,6,

d. h. das gleiche Gewicht Leber hat einen 21,6mal intensiveren Stoffwechsel als das gleiche Gewicht Bewegungsapparat.

Daraus ergibt sich, dass an dem Gesamtstoffwechsel sich die Leber in einem sehr viel höheren Maasse betheiligt, als es sich aus ihrem Gewichte berechnen würde, das im Mittel aus den hier betrachteten Versuchen nur 5,83% des Körpergewichtes beträgt.

Die Blutmenge in der Leber beträgt im Mittel unserer Bestimmungen am lebenden Kaninchen 24%, nehmen wir auch die Bestimmungen am todtstarrten Thiere dazu, so steigert sich die Blutmenge im Mittel auf

$$25\% = \frac{1}{4}$$

der gesammten Blutmasse.

I. 40,97 Gramm

II. 44,90 »

III. 40,49 »

Die absoluten Werthe stimmen mit den unsrigen sehr gut überein.

Die relativen Werthe verlieren an ihrer Bedeutung dadurch, dass; wie oben schon bemerkt, weder Reingewicht, noch der absolute Blutgehalt der Thiere direct bestimmt, sondern nach Mittelzahlen berechnet sind.

Danach wären die absoluten Blutmengen in der Leber

I. 29,9% der Gesamtblutmenge.

II. 25,0% » »

III. 47,4% » »

Werthe, die mit den vorstehend mitgetheilten vollkommen stimmen.

Die Versuche Nr. II u. III GSCHIEDLEN's beziehen sich nach dem Obigen auf Thiere, welche während der Operation starke Muskelbewegungen ausgeführt haben, sodass unser Schluss aus dem Versuche Nr. II dadurch eine Bestätigung zu erhalten scheint.

Danach trifft also bei Kaninchen im Mittel ein ganzes $\frac{1}{4}$ des Gesamtstoffwechsels auf die Leber; der Leberstoffwechsel kann sich im Maximum, bei fast 30% der Gesamtblutmenge in der Leber, bis nahe an $\frac{1}{3}$ des Gesamtstoffwechsels erheben.

Auf diese Weise geben uns diese Bestimmungen der Blutmenge in den Organen einen tiefen Einblick in die Grösse der einzelnen Factoren, aus denen sich der Gesamtstoffwechsel zusammensetzt.

III.

Blutgehalt der Kaninchenniere.

Bei zwei Kaninchen wurden die Nieren in Masse unterbunden und ihr Blutgehalt im Verhältnisse zu ihrem Organgewichte und zur Gesamtblutmenge bestimmt. In der folgenden Tabelle sind auch diese Versuche zum Vergleich mit dem Versuchsbeispiel der gefrorenen Kaninchen zusammengestellt.

Tabelle XIV.

Ueber die Blutmengen in der lebenden und todten Kaninchenniere.

	Lebende Kaninchen.		Im Mittel.	todtes vor dem Gefrieren starres Kaninchen.
	I.	II.		
Körpergewicht in Grammen	520	626	573	629
Nierengewicht.				
a) in Grammen	5,00	7,97	6,48	5,90
b) in Procenten des Körpergewichts	0,96 ⁰ / ₀	1,27 ⁰ / ₀	1,115 ⁰ / ₀	0,94 ⁰ / ₀
Gesamtblutmenge.				
a) in Grammen	30,07	33,02	31,55	42,82
b) in Procenten des Körpergewichts	5,7 ⁰ / ₀	5,3 ⁰ / ₀	5,5 ⁰ / ₀	6,8 ⁰ / ₀
Nierenblutmenge.				
a) in Grammen	0,5013	0,7440 ¹⁾	0,62115	0,7000
b) in Procenten des Körpergewichts	1,67 ⁰ / ₀	2,20 ⁰ / ₀	1,93 ⁰ / ₀	1,63 ⁰ / ₀
c) in Procenten des Organgewichts	40,0 ⁰ / ₀	9,3 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀	44,86 ⁰ / ₉

In der lebenden Niere geruhter Kaninchen sind danach enthalten von der Gesamtblutmenge im Maximum 2,2⁰/₀,
im Mittel 1,93⁰/₀.

Die Intensität ihres eigenen Stoffwechsels, bemessen an ihrem Blutgehalte, auf ihre Organmasse berechnet, ist offenbar sehr viel geringer als in der Leber. Der Blutreichthum der Nierensubstanz beträgt in den Versuchen am lebenden Kaninchen

40⁰/₀,

während die Leber bis zu 30⁰/₀ ihrer Organmasse Blut enthält. Die Inten-

4)

R. GSCHIEDLEN fand den absoluten Blutgehalt der Nieren etwas grösser, im Mittel aus 3 Versuchen zu 0,82 Gramm Blut.

sität des Nierenstoffwechsels verhält sich danach zu dem des Leberstoffwechsels wie

$$4 : 3.$$

Am Gesamtstoffwechsel betheiligen sich die Nieren etwa mit

$$2\frac{0}{10}.$$

Auch diese Versuche ergeben, was uns nun schon für die vierte Organgruppe: die Nieren, aufgestossen ist, dass durch den Tod primär die Blutvertheilung in den Organen, hier speciell in den Nieren nicht geändert wurde.

Der Blutgehalt in den Nieren eines nach Eintritt der Starre gefrorenen Kaninchens entspricht genau den bei Unterbindung der Nierengefäße am lebenden Kaninchen beobachteten Verhältnissen. Die Uebereinstimmung mit Versuch I in Tabelle XIV ist eine vollkommene.

IV.

Blutgehalt des Herzens bei Fröschen und Kaninchen.

Bei Fröschen wurde das Herz in voller Diastole abgebunden, um den Blutgehalt desselben direct zu erfahren.

Erster Versuch.

Froschmännchen von 52,5 Gramm.

Herz mit Blut = 0,6 »

Blutmenge im Herzen $17,2\frac{0}{10}$ der Gesamtblutmenge.

Zweiter Versuch.

Froschmännchen von 33,0 Gramm.

Herz mit Blut 0,5 »

Gesamtblutmenge 2,0828 »

Blutmenge im Herzen 0,1958 » = $9,6\frac{0}{10}$ der Gesamtblutmenge.

Dritter Versuch.

Froschmännchen von 39,2 Gramm.

Herz mit Blut 0,6 »

Gesamtblutmenge 3,2500 »

Blutmenge im Herzen 0,4446 « = $13,7\frac{0}{10}$ der Gesamtblutmenge.

Im Herzen sind sonach enthalten:

I. Versuch $17,2\frac{0}{10}$ der Gesamtblutmenge.

II. » $9,6\frac{0}{10}$ » »

III. » $13,7\frac{0}{10}$ » »

Im Mittel: $13,5\frac{0}{10}$ » »

Auch bei Kaninchen wurden mehrere Versuche gemacht, von denen aber nur einer gelang.

Vierter Versuch.

Kaninchen:

Reingewicht . . .	1045	Gramm.	
Blutmenge . . .	56,0	»	
Herzgewicht mit Blut	5,08	»	
Blut im Herzen . .	2,03	»	= 3,6% der Gesamtblutmenge!

In dem Kaninchenherzen ist sonach procentisch sehr viel weniger Blut enthalten als in dem Frochherzen, was mit der allgemeinen grösseren Füllung des Blutleitungsapparates beim Frosch übereinstimmt.

Bei der Eröffnung der Brusthöhle des Kaninchens schlug das Herz zuerst fort, blieb dann stehen; als die Athmungskrämpfe eintraten, wurde es sehr stark gefüllt abgebunden. Nach dem Abbinden begann es seine Bewegungen wieder und schlug noch $6\frac{1}{2}$ Minuten fort, wie ein Froschherz!

Die Milz der Kaninchen ist stets sehr blutarm. Man vergleiche die folgende Tabelle.

§. 6.

Zusammenstellung der Resultate.

Neben den Bestimmungen des Blutgehaltes in den einzelnen Organen des lebenden Thieres haben die vorstehend mitgetheilten Versuche noch ein bemerkenswerthes Resultat ergeben.

Wir sehen im Allgemeinen und, soweit wir im Einzelnen prüfen konnten, durch die gewählte Todesart primär die Blutvertheilung in den Organen nicht wesentlich verändert.

Diese Beobachtung erleichtert uns für die Folge die Betrachtungen über die Blutvertheilung, da wir unter Umständen auch von Untersuchungen am todtten Organismus Aufschlüsse erwarten können über die Verhältnisse, die im Leben bestanden haben, was besonders für ärztliche Gesichtspunkte sehr wesentlich sein wird. Freilich wird uns die Erfahrung über postmortale Blutentleerung aus dem Auge vorsichtig machen müssen, besonders in Fällen, in denen in einem Organe aus krankhaften Ursachen, wie normal im Auge, ein Gewebsdruck nach dem Tode sich auf die Gefässe geltend machen kann. Die höhere Gewebsspannung in entzündeten Organen und Organtheilen wird nach Aufhören der Kraft, welche fortwährend Blut in sie einpresste, in derselben Weise Blut aus den Organen postmortal austreiben. Darauf beruht zum Theil die theilweise Abschwellung entzündeter Theile nach dem Tode; das Erblassen entzündlicher Röthung im Tode beruht dagegen zum grösseren Theil auf dem Uebergang des arteriellen, hellrothen Blutes in venöses, sauerstoffarmes, dunkles.

Im Allgemeinen sehen wir bei normalen Verhältnissen, dass nach Unterbrechung der Herzthätigkeit im Tode das Blut aus dem arteriellen in das venöse Gefässsystem übergeht, ohne dass eine wesentliche oder erkennbare

Aenderung in der Gesamtblutvertheilung oder in dem Blutgehalte der der Untersuchung zunächst zugänglichen Einzelorgane einträte.

Einzelfälle, die von diesem Gesetze Ausnahme machen, wie das Auge, können vielleicht trotzdem noch statthaben, worüber aber bisher noch Nichts festgestellt ist.

Einstweilen können wir, auf die erkannte Uebereinstimmung fussend, das Gesamtbild über Blutvertheilung im lebenden geruhten Thiere, das uns unsere Versuche besonders vollständig an Kaninchen gezeichnet haben, vervollständigen nach den am todtenstarren gefrorenen Kaninchen noch weiter gewonnenen Einzelresultaten, die der Natur der Sache nach am lebenden Thiere mit geringerer Genauigkeit gefunden werden könnten oder sich der Beobachtung dort ganz und gar entziehen.

In den folgenden Tabellen sind die Mittelzahlen der Blutvertheilung auf die einzelnen Organe, der absolute Blutgehalt derselben von lebenden und todten Kaninchen zusammengestellt.

Tabelle XV.

Blutgehalt der wichtigsten Organe des Kaninchens im Leben und Tod.

	Mittel aus den Versuchen	
	am lebenden Kaninchen.	am todtenstarren Kaninchen.
Gesamtblutmenge in Procenten des Körpergewichts .	5,40/0	—
Blutmenge im Bewegungsapparat	36,60/0	39,780/0
a) in der Haut	—	2,400/0
b) in den Knochen	—	8,240/0
c) in den Muskeln	—	29,200/0
d) in Rückenmark und Gehirn (mit den Häuten) . .	—	4,240/0
Blutmenge im Drüsen- und Blutleitungsapparat	63,40/0	60,220/0
a) in der Leber	24,00/0	29,30/0
b) in den Nieren	1,930/0	1,630/0
c) in der Milz	—	0,230/0
d) in den Gedärmen (mit Geschlechtsorganen) . . .	—	6,300/0
e) in Herz, Lunge und den grossen Gefässen . . .	—	22,760/0

Diese Tabelle stellt das Resultat der Gleichheit der Blutvertheilung bei lebenden Thieren (Kaninchen) und frisch getödteten für die Hauptorgane sicher.

Nach den Beobachtungen am Auge hätte man vermuthen können, dass auch die anderen Organe ihr Blut aus ihren Gefässen in die grossen Blutgefässe der Körperhöhlen ergiessen würden. Der Versuch widerlegt gerade diese Auffassung. Die in Tabelle XV mitgetheilten Werthe für die procentische Blutvertheilung zeigen mit aller Sicherheit, dass bei dem todten. normalen Thiere weniger Blut in den Körperhöhlen sich fand als bei den verglichenen lebenden Thieren. Diese Unterschiede fallen übrigens weit innerhalb der Grenze der beobachteten physiologischen Schwankungen der Blutvertheilung im geruhten Organismus.

Besonders erwünscht ist uns aus den Resultaten der vorstehenden Zusammenstellung die Bestimmung des Blutgehaltes der Muskeln gesondert von den übrigen Organen des Bewegungsapparates, die hier ebenfalls eine gesonderte Betrachtung ihrer Blutmengen erlauben. Nicht weniger wichtig ist die Feststellung des Antheils der gesammten Blutmasse, welcher in den grossen Gefässen mit Einschluss des Herzens und der Lunge enthalten ist, der auf andere Weise keine genaue Bestimmung zugelassen hätte und doch im Stoffwechsel sicher eine ganz andere Rolle spielt, als der übrige Antheil des Blutes, der, in den Organen selbst enthalten, mit ihnen in directem Wechselverkehr steht. Ein solcher Wechselverkehr findet zwischen jenem Antheil Blut und dem Gewebe der grossen Gefässe des Herzens und der Lunge (?) offenbar in geringerem Grade statt. Solange sich das Blut in dieser Organgruppe befindet, ist es für den Stoffwechsel relativ unwirksam, wenn wir von dem Herzstoffwechsel und dem in den Lungen vor sich gehenden Organstoffwechsel absehen.

Wenn wir uns des Beispiels halber nur an das todte Kaninchen halten, so ordnen sich die Organe geruhter Kaninchen nach ihrem procentischen Antheile an der Gesamtblutmenge von dem blutärmsten angefangen in folgender Reihe. Es enthält im ruhenden Thiere (Kaninchen):

	Procente d. Gesamtblutmenge.
1. Milz	0,23%
2. Gehirn und Rückenmark	1,24%
3. Nieren	1,63%
4. Haut	2,10%
5. Gedärme	6,30%
6. Knochen	8,24%
7. Herz, Lungen und grosse Blutgefässe	22,76%
8. ruhende Muskeln	29,20%
9. Leber	29,30%.

In runden Zahlen können wir annehmen, dass von der Gesamtblutmenge enthalten ist:

in den grossen Kreislaufsorganen	$\frac{1}{4}$
in der Leber	$\frac{1}{4}$
in den ruhenden Muskeln	$\frac{1}{4}$
in den übrigen Organen	$\frac{1}{4}$.

Diese Werthe gestatten uns nun mit grösserer Bestimmtheit eine Angabe über die Grösse der Betheiligung der einzelnen Organe und Organgruppen am Gesamtstoffwechsel. Rechnen wir das $\frac{1}{4}$ der Blutmenge in den grossen Kreislaufsorganen als am Stoffwechsel relativ nicht betheiligt von der Gesamtblutmenge ab, so vertheilen sich die restirenden $\frac{3}{4}$ auf die Hauptorgane, und damit stellt sich ihr Antheil am Gesamtstoffwechsel folgendermassen.

Von dem Gesamtstoffwechsel bei Muskelruhe trifft auf:

die Leber	$33,33\% = \frac{1}{3}$
die ruhenden Muskeln	$33,33\% = \frac{1}{3}$
die übrigen Organe	$33,33\% = \frac{1}{3}$
Summa 100,00.	

Die Einzelbetheiligung der unter der Rubrik: die übrigen zusammengefassten Organe ergibt sich aus den Haupttabellen.

Nach ihrem Blutgehalt, bezogen auf das Organgewicht, also **nach der Intensität des in ihnen stattfindenden Organstoffwechsels** ordnen sich die Organe in folgende mit den blutärmsten beginnenden Reihe, die von den obigen auf S. 81 ganz verschieden ist.

		Absoluter Blutgehalt und Intensität des Stoffwechsels der Organe im ruhenden Thiere.
1.	Haut	1,07%
2.	Knochen	2,36%
3.	Gedärme	3,46%
4.	ruhende Muskeln	5,14%
5.	Gehirn und Rückenmark	5,52%
6.	Nieren	11,86%
7.	Milz	12,50%
8.	Leber	28,71%.

Auf Herz, grosse Gefässe und Lungen treffen

auf das Organgewicht berechnet . . 63,11% Blut.

Nach dieser vorläufigen reichen Ausbeute von Erfahrungen können wir uns nun unserer Hauptaufgabe zuwenden.

Wir müssen erforschen, ob und in welchem Grade die Muskelbewegung mit einer Veränderung in der Blutvertheilung verbunden ist. Es wird uns dadurch möglich werden, Schlüsse auf etwaige Veränderungen in der Intensität des Organstoffwechsels sowohl als in der Grösse der Betheiligung der Organe an dem Gesamtstoffwechsel zu ziehen, die in der Folge durch directe Beobachtung über den Stoffwechsel der Organe bestätigt werden sollen.

Capitel IV.

Veränderung der Blutvertheilung durch den Tetanus.

§. 1.

Versuchsmethoden.

Nach den vorausgehenden Versuchen sind die Methoden für die hier anzustellenden fast schon insgesamt gegeben.

Bei **Fröschen** werden wir das eine Bein als das *geruhte* zuerst abbinden, um den Blutgehalt in gewohnter Weise zu bestimmen. Dann werden die operirten Thiere mit Strychnin vergiftet und nach längerem Bestehen der Krämpfe wird auch das zweite Bein abgebunden, um in ihm, als im *tetanisirten*, den Blutgehalt ebenfalls zu eruiren.

Unsere Versuche im Capitel III haben gelehrt, dass das ungleichzeitige Abschneiden der Beine keine constante Einwirkung auf den Blutgehalt der Extremitäten erkennen lässt. Innerhalb enger Grenzen schwankte der Blutgehalt der beiden Extremitäten auf- und abwärts, ohne dass ein constanter Einfluss der Zeit der Operation in dem Sinne unserer späteren Versuche bemerkbar geworden wäre, bald war das erstabgeschnittene, bald das zweitabgeschnittene Bein das blutreichere. Im Durchschnitt glichen sich die Differenzen daher fast vollkommen aus, es blieb ein geringes Uebergewicht auf Seite der erstabgeschnittenen Extremität.

Wenn wir sonach in der Folge den Blutgehalt in *constanter* Richtung sich bei dem Tetanus ändern sehen, so kann daran nichts Anderes Schuld haben als der Tetanus selbst, und wir werden auf etwaige Resultate um so größeres Vertrauen setzen können, wenn die zu Tage tretenden Unterschiede im Blutgehalte sich möglichst weit über der Linie der beobachteten physiologischen Differenzen in der Ruhe halten.

Die Versuche an Fröschen stehen voran, weil, wie oben Capitel III auseinandersetzt, gegen ihre Resultate kein gegründeter Einwand gemacht werden kann. Die Steigerung der Färbekraft des Blutes im Tetanus, welche in Capitel II, S. 53 f. Erwähnung fand, ist zu gering und inconstant, um einen berücksichtigungswerthen Versuchsfehler zu bedingen. Die bestehenden Differenzen in der Färbekraft sind, wie a. a. O. angegeben, zu gering um eine exacte Bestimmung nach der **WELCKER'schen** Methode zu gestatten, ihre Einwirkung auf die Resultate fällt also in den allgemeinen Versuchsfehler derselben.

Weitere Versuche wurden an **Kaninchen** angestellt.

Hier wurden nicht, wie bei den Fröschen, eine ruhende und eine tetanisirte Extremität desselben Thieres verglichen. Die Versuche über die Blutvertheilung im Bewegungsapparat ruhender Kaninchen haben so übereinstimmende Resultate ergeben, dass es von vorne herein wahrscheinlich ist, dass sich Unterschiede im Blutgehalt, die durch den Tetanus in dieser Organgruppe hervorgerufen werden, deutlich werden erkennen lassen.

Der Versuch ist von denen des Capitels III an lebenden Säugethieren nur dadurch verschieden, dass die Unterbindung der Blutgefäße der hinteren Extremitäten bei bestehendem Tetanus der Muskulatur vorgenommen wurde. Der Tetanus wurde electrisch hervorgerufen und $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Minute unterhalten. Die zu operirenden Extremitäten waren selbstverständlich vom Drucke befreit und wurden wie oben lose mit der Hand gehalten. Die Gedärme waren nicht entblösst.

So können wir uns denn zu den entscheidenden Versuchen selbst wenden.

§. 2.

Veränderung der Blutvertheilung durch längeren Tetanus bei Fröschen.

Zuerst folgen die Beobachtungen an Fröschen aus dem oben angeführten Grunde.

Tabelle XVI.

Vergleichende Blutbestimmung im Bewegungsapparat der Frösche nach Ruhe und Tetanus.

Versuchs- Numer.	Schenkel- gewicht $a = b^1)$ in Grammen.	Farbenprüfungs- ergebniss $a : b = 2)$.	Absolute Blutmenge des		Differenz zu Gunsten des tetanisirten Schenkels in		Blutmengen des Bewe- gungsapparates in Pro- centen des Organge- wichts	
			a. erstab- geschnitt. geruhten Schenkels in Gramm.	b. zweitab- geschnitt. tetanisirt. Schenkels in Gramm.	Grammen.	Procenten.	geruhter Schenkel.	tetanisirter Schenkel.
1.	6,4	40 ^{cc} : 58 ^{cc}	0,1105	0,1602	+0,0497	+ 45 ⁰ / ₀	1,752 ⁰ / ₀	2,503 ⁰ / ₀
2 u. 3.	14,0	64 ^{cc} : 90,7 ^{cc}	0,2860	0,4060	+0,1200	+ 42 ⁰ / ₀	2,043 ⁰ / ₀	2,900 ⁰ / ₀
4.	8,2	100 ^{cc} : 107 ^{cc}	0,1416	0,1516	+0,0100	+ 7 ⁰ / ₀	1,714 ⁰ / ₀	1,849 ⁰ / ₀
5.	7,0	100 ^{cc} : 117 ^{cc}	0,1226	0,1434	+0,0208	+ 17 ⁰ / ₀	1,743 ⁰ / ₀	2,049 ⁰ / ₀
6.	7,8	100 ^{cc} : 157 ^{cc}	0,1934	0,2731	+0,0797	+ 37 ⁰ / ₀	2,479 ⁰ / ₀	3,501 ⁰ / ₀
7.	6,9	100 ^{cc} : 133 ^{cc}	0,1191	0,1584	+0,0393	+ 33 ⁰ / ₀	1,726 ⁰ / ₀	2,300 ⁰ / ₀
8.	7,2	40 ^{cc} : 63 ^{cc}	0,0808	0,1269	+0,0461	+ 57 ⁰ / ₀	1,122 ⁰ / ₀	1,762 ⁰ / ₀
9.	7,5	40 ^{cc} : 80 ^{cc}	0,1282	0,2564	+0,1282	+100 ⁰ / ₀	1,709 ⁰ / ₀	3,418 ⁰ / ₀
10.	7,4	40 ^{cc} : 76 ^{cc}	0,0783	0,1487	+0,0704	+ 90 ⁰ / ₀	1,058 ⁰ / ₀	2,009 ⁰ / ₀
11.	5,5	40 ^{cc} : 55 ^{cc}	0,0917	0,1254	+0,0337	+ 37 ⁰ / ₀	1,667 ⁰ / ₀	2,280 ⁰ / ₀
Im Mittel	7,1		0,1212	0,1773	+0,0561	+46,7⁰/₀	1,707⁰/₀	2,497⁰/₀

- 1) a = erstabgeschnittener Schenkel,
 b = zweitabgeschnittener Schenkel.

- 2) a = Blutflüssigkeit von Schenkel a ,
 b = Blutflüssigkeit von Schenkel b , beide zuerst gleich concentrirt.

Das Resultat der Versuche ist vollkommen schlagend:

Der absolute Blutgehalt des Bewegungsapparates bei Fröschen steigt durch den Tetanus von **1,707%** auf **2,497%**,

d. h. um **46,7%** der Blutmenge im geruhten Bewegungsapparat.

Die Resultate dieser Blutbestimmungen in der geruhten Organgruppe stimmen mit den in Tabelle VII zusammengestellten absolut überein.

Die Steigerung des Blutgehaltes zeigt sich ausnahmslos in jedem Versuche, sie ist um das Vielfache höher als die an geruhten Bewegungsapparaten bei Fröschen beobachteten physiologischen Schwankungen. Nach alledem steht das Ergebniss als unanfechtbar fest.

Aber auch die Betrachtung der Maxima und Minima zeigt dieselbe Gesetzmässigkeit wie die Mittelwerthe und jeder einzelne Versuch.

Minimum des Blutgehaltes im Bewegungsapparate geruhter

Frösche 4,058%

Minimum des Blutgehaltes bei tetanisirten Fröschen 4,762%

Absolute Differenz der Minima zu Gunsten der tetanisirten Frösche 0,704%,

d. h. das Minimum des Blutgehaltes im Bewegungsapparate ist bei tetanisirten Fröschen grösser als bei geruhten um: **65,6%**.

Maximum des Blutgehaltes im Bewegungsapparate geruhter

Frösche 2,479%

Maximum des Blutgehaltes bei tetanisirten Fröschen 3,504%

Absolute Differenz der Maxima zu Gunsten der tetanisirten Frösche 1,022%,

d. h. bei tetanisirten Fröschen ist das Maximum des Blutgehaltes im Bewegungsapparat grösser als bei geruhten um: **45,0%**.

Die Unterschiede der Minima und Maxima halten sich etwa in denselben Grenzen wie die Unterschiede der Mittelwerthe, wodurch die Beweiskraft des Resultates noch wesentlich erhöht wird.

Der grösseren Blutmenge im Bewegungsapparate im Tetanus entsprechend muss sich, da keine Vermehrung des Blutes durch den Tetanus eintritt, sondern eine Verminderung (cfr. Capitel II), die Blutvertheilung im Organismus verändern.

Der Tetanus bezog sich auf die gesammte Stammmuskulatur der Thiere, sodass die Blutmenge, welche die Muskeln bei ihrer Action mehr zugeführt erhalten, nur von den Drüsen und den grossen Blutleitungsorganen genommen sein kann.

In dem Bewegungsapparate ruhender Frösche bestimmten wir bei einem absoluten Blutgehalte desselben von 4,709% etwa $\frac{1}{3}$ der gesammten Blutmasse, genau:

30,6%.

Der absolute Blutgehalt des tetanisirten Bewegungsapparates der Frösche von 2,497% berechnet also den Antheil des Bewegungsapparates an der Gesammtblutmenge während des Tetanus zu:

44,1%.

Der Drüsen- und Blutleitungsapparat enthielt bei geruhten Fröschen: 69,4% der gesammten Blutmenge, bei tetanisirten dagegen nur: 55,9%.

Es liegt ein Versuch vor, in welchem neben den Blutbestimmungen in den beiden Extremitäten auch die Gesamtblutmenge des Frosches (resp. zweier Frösche Nr. 2 und 3) nach dem Tetanus bestimmt wurde.

Dieser Versuch gibt uns alle Daten an die Hand, um die eben aus den Mittelwerthen berechnete Veränderung der Blutvertheilung im Tetanus im Einzelnen zu prüfen. In folgender Tabelle sind die Resultate desselben zusammengefasst.

Tabelle XVII.

Versuch über die Veränderung der Blutvertheilung im Tetanus beim Frosch.

Beobachtungsthier: 2 Froschmännchen.

Körpergewicht 78,0 Gramm.

Bewegungsapparate 69,7 »

Gesamtblutmenge nach dem Tetanus.

a) in Grammen 3,278 »

b) in Procenten des Körpergewichts 4,23%.

Blutmenge des Bewegungsapparates

I. im geruhten Zustande berechnet nach der Gesamtblutmenge nach dem Tetanus.

a) absolut 1,424 Gramm.

b) in Procenten des Organgewichts 2,043%

c) in Procenten der Gesamtblutmenge 43,4%.

II. im tetanisirten Zustande

a) absolut 2,0213 Gramm.

b) in Procenten des Organgewichtes 2,900%

c) in Procenten der Gesamtblutmenge 61,6%!

Blutmenge im Drüsenapparate in Procenten der Gesamtblutmenge

I. im geruhten Zustande 56,6%

II. im tetanisirten Zustande 38,4%.

Die in der vorstehenden Tabelle angegebene Blutvertheilung in der Ruhe ist nicht vollkommen exact. Die Blutmenge wird durch den Tetanus nicht unbeträchtlich vermindert. Der Blutgehalt des ruhenden Schenkels entspricht so nach einer höheren Gesamtblutmenge des ruhenden Frosches, er war also procentisch niedriger als in der Tabelle angegeben, da hier der Rechnung die Blutmenge nach dem Tetanus zu Grunde gelegt wurde. Wir können hier eine Correction anbringen.

Die Blutverminderung durch Tetanus beträgt bei Fröschen nach Tabelle V und VI 26,07% der Gesamtblutmenge. Legen wir diese Zahl der Berechnung

zu Grunde, so wäre der Blutgehalt des Frosches, der nach dem Tetanus 3,278 Gramm, d. h. 4,23% des Körpergewichts betrug, vor dem Tetanus in der Ruhe gewesen

$$4,1338 \text{ Gramm} = 5,33\%$$

In dem gesammten Bewegungsapparate waren in der Ruhe enthalten: 1,424 Gramm Blut =

$$34,4\% \text{ der Gesamtblutmenge.}$$

Nach dieser nöthigen Correction stimmt das Resultat dieses Versuches vollkommen mit denen überein, die wir bei geruhten Fröschen oben gewonnen haben.

Die Blutvertheilung änderte sich sonach durch längere Muskelaction hier in noch bedeutenderem Grade, als es nach den obigen Durchschnittswerthen erwartet werden könnte.

§. 3.

Veränderung der Blutvertheilung im Tetanus bei Kaninchen.

Von den Versuchen an Fröschen wenden wir uns nun zu Beobachtungen an Säugethieren, Kaninchen.

Die Thiere wurden vom Rückenmarke aus tetanisirt, so dass die gesammten Stammmuskeln im Tetanus waren. Ist der Blutgehalt in dem Bewegungsapparate der Kaninchen im Tetanus wie bei den Fröschen vermehrt, so kann dieses Blut nur von dem Drüsen- und dem Blutleitungsapparat herrühren, ebenso wie oben bei den Fröschen. Um ebenso viel, als der Bewegungsapparat mehr Blut enthält, muss in der anderen Organgruppe weniger enthalten sein.

Tabelle XVIII.

Ueber die Vertheilung des Blutes im Bewegungsapparat und den Eingeweiden bei lebenden Kaninchen während des Tetanus.

	Lebende Kaninchen			Im Mittel.
	I.	II. Weibchen	III.	
Körpergewicht in Grammen	1422	1460	1463	
Eingeweide:				
a) in Grammen	160	270	198	
b) in Procenten des Körpergewichts	11,20%	18,50%	13,50%	
Bewegungsapparat:				
a) in Grammen	1262	1090	1265	
b) in Procenten des Körpergewichts	88,80%	84,50%	86,50%	
Gesamtblutmenge:				
a) in Grammen	48,81	53,24	42,49	
b) in Procenten des Körpergewichts	3,40%	3,70%	3,00%	
Blutmenge in den Eingeweiden:				
a) in Grammen	18,5	14,5	18,6	
b) in Procenten der Gesamtblutmenge	31,80%	27,30%	43,00%	34,00%
c) in Procenten des Organgewichts	11,50%	5,40%	9,40%	
Blutmenge im Bewegungsapparat:				
a) in Grammen	33,3	38,7	23,9	
b) in Procenten der Gesamtblutmenge	68,20%	72,70%	57,00%	66,00%
c) in Procenten des Organgewichts	2,40%	3,60%	1,90%	

Vergleichen wir die Mittelwerthe für geruhte und tetanisirte Kaninchen:

Der Drüsen- und Blutleitungsapparat geruhter Kaninchen beträgt im Mittel	63,4%
Der Drüsen- und Blutleitungsapparat tetanisirter Kaninchen	34,0%
Absolute Differenz	29,4%,

d. h.: Im Drüsen- und Blutleitungsapparate tetanisirter Kaninchen sind im Mittel um 29,4% der gesammten Blutmenge **weniger** enthalten als in der entsprechenden Organgruppe geruhter Kaninchen.

Die gleiche Differenz zeigt sich der Natur der Sache nach auch bei dem Bewegungsapparate in den beiden verschiedenen physiologischen Körperzuständen nur mit verändertem Vorzeichen.

Der Bewegungsapparat geruhter Kaninchen enthält im Mittel: 36,6% der gesammten Blutmenge. Der Bewegungsapparat tetanisirter Kaninchen dagegen: 66,0%, die absolute Differenz beträgt also auch: 29,4% der gesammten Blutmenge.

Im Bewegungsapparate tetanisirter Kaninchen sind während der Muskelcontraction im Mittel um 29,4% der gesammten Blutmenge mehr enthalten als in dem Bewegungsapparate geruhter Kaninchen. Der Antheil der Blutmenge, welcher im Ruhezustand im Bewegungsapparat enthalten ist, wird bei bestehender Contraction im Mittel von 36,6% auf 66,0%, d. h. um 80% erhöht!

Wenn wir zur Erhärtung des Durchschnittsresultates in gewohnter Weise Minima und Maxima der Beobachtungen vergleichen, so zeigen sich die Unterschiede zwischen dem geruhten und tetanisirten Thiere in Beziehung auf die Blutvertheilung auch hier nicht weniger deutlich als bei Betrachtung der Mittelwerthe.

Als Minimum des Blutgehaltes im Bewegungsapparat geruhter Kaninchen wurden gefunden	28,7%
Als Minimum bei tetanisirten Kaninchen	57,0%
Absolute Differenz der Minima	28,3%.
Als Maximum des Blutgehaltes im Bewegungsapparat geruhter Kaninchen wurden gefunden	42,8%
Als Maximum bei tetanisirten Kaninchen	72,7%
Absolute Differenz der Maxima	29,9%.

Die absoluten Differenzen der Minima und Maxima unterscheiden sich nicht von der Differenz der Mittelwerthe.

Damit erscheint das Resultat, das wir vermuthen, gesichert.

Durch Tetanus hebt sich bei Fröschen der absolute Blutgehalt des Bewegungsapparates im Mittel um 46,7%; der Antheil an der Gesammtblutmenge, welcher im Bewegungsapparat in der Ruhe enthalten ist, steigt nach Tabelle XVII im Tetanus von 34,4% auf 64,6% (cfr. Tabelle XVII), die absolute Differenz beträgt:

27,2%,

fast genau die gleiche Grösse, welche in der letzten Tabelle für die Steigerung der Blutmenge während der Contraction der Muskulatur bei Kaninchen gefunden wurde.

Die Versuche an Kaninchen zeigen, dass diese Steigerung der Blutzufuhr im Tetanus schon während der Contraction der Muskeln selbst stattfindet.

Im Zusammenhalt mit den oben erwähnten Versuchen LUDWIG'S mit SKELKOW und SADLER¹⁾, auf welche ersteren wir die Vermuthung eines Wechsels in der Energie der Organthätigkeit zwischen Muskeln und Drüsen je nach der Thätigkeit einer oder der anderen dieser Organgruppen mit begründeten, lässt sich das Resultat unserer Versuche so zusammenfassen, wenn wir die am gesammten Bewegungsapparat gewonnenen Daten auf den Hauptbestandtheil desselben, der sich im Tetanus direct ändert, beziehen.

Der Muskel erhält während der Contraction nicht nur relativ, indem sein Blutstrom beschleunigt wird, sondern auch absolut mehr Blut, sodass in der Zeiteinheit nicht nur **mehr** Blut durch den thätigen Muskel strömt, sondern auch in ihm enthalten ist als im ruhenden.

Diese Blutmenge wird bei Gesamttetanus dem Drüsen- und Blutleitungsapparate entzogen, da die Gesamtblutmenge durch Tetanus nicht vermehrt, sondern vermindert wird.

Da durch Tetanus ein der contrahirten Muskelmasse entsprechender Antheil von Blut den übrigen Organen des Körpers entzogen wird, so wird auch — unter gewöhnlichen Umständen, wenn nicht zwei Organgruppen gleichzeitig zur Thätigkeit gezwungen werden —, da die Organleistung auf der Menge der in der Zeiteinheit zugeführten Blutblastenmasse beruht, die Thätigkeit der übrigen Organe durch den Tetanus entsprechend herabgesetzt werden müssen. Diese Herabsetzung der Organthätigkeit wird nur in so fern der absoluten Blutverminderung nicht genau entsprechen, als ein Theil der Wirkung der letzteren durch die durch die Muskelarbeit im Allgemeinen beschleunigtere Circulation wieder ausgeglichen wird.

In Capitel III, S. 84 haben wir nach der Blutvertheilung in den Organen bei Ruhe den Satz aufgestellt, dass von dem Gesamtstoffwechsel bei Muskelruhe etwa trifft auf:

die Leber	$\frac{1}{3} = 33,33\%$
die ruhenden Muskeln . . .	$\frac{1}{3} = 33,33\%$
die übrigen Organe	$\frac{1}{3} = 33,33\%$

Da die Blutvertheilung durch den Tetanus sehr bedeutend geändert wird, so wird dem entsprechend auch der Organstoffwechsel eine Aenderung erfahren müssen.

Der Bewegungsapparat bei geruhten Kaninchen enthält 36,6% der gesammten Blutmenge, bei tetanisirten enthält er 66,0%. Diese Steigerung des Blutgehaltes trifft vor Allem die Muskeln selbst, in ihnen steigt also dem entsprechend der Stoffwechsel fast auf die doppelte bei Ruhe beobachtete Höhe.

In runden Zahlen können wir daher annehmen, dass sich während des

1) Cfr. Einleitung, S. 4.

Tetanus der Gesamtstammuskulatur der Stoffwechsel, der in der Muskelruhe zu drei etwa gleichen Theilen zwischen Leber, ruhenden Muskeln und den übrigen Organen vertheilt, etwa so stellt:

tetanisirte Muskeln fast	$\frac{2}{3}$
Leber	$\frac{1}{6}$ ¹⁾
übrige Organe	$\frac{1}{6}$.

In der in Cap. III. S. 64 berechneten Reihenfolge der Organe nach ihrem absoluten Blutgehalt und der deraus sich ergebenden Intensität ihres Stoffwechsels bei ruhenden Kaninchen folgen sich die Organe: Haut, Knochen, Gedärme, ruhende Muskeln, Gehirn und Rückenmark, Nieren, Milz, Leber.

Im Tetanus nehmen die Muskeln ihre Stellung direct neben den Drüsen ein. Auch der Blutgehalt der Nervensubstanzen ist bei Tetanus sehr bedeutend erhöht, was man bei Fröschen mit freiem Auge sehen kann.

§. 4.

Einige Versuche zur Demonstration der durch Nervenwirkung im Muskel veränderten Blutvertheilung.

Es scheint auf den ersten Blick, als müsste man die von LUDWIG mit SCALKOW und SADLER behauptete gesteigerte Blutdurchströmung des arbeitenden Muskels auf sehr einfache Weise anschaulich machen können.

Unsere Beobachtungen zeigen, dass die gesammte Extremität des Frosches im Tetanus mehr Blut erhält als in der Ruhe.

Beruhet diese Vermehrung auf einer gesteigerten Durchströmung der Muskulatur, der Hauptmasse des Beines, so muß, wie es scheint, eine in der Ruhe schwache Wundblutung durch Tetanus verstärkt werden können.

Um diesen Gedanken experimentell zu prüfen, wurde einem Frosche eine Zehe der hinteren Extremität abgeschnitten und die in einer bestimmten Zeit ausfließenden Blutropfen gezählt. Nun wurde das Thier electricisch gereizt. Wer beschreibt das Erstaunen, dass, anstatt der erwarteten Beschleunigung der Blutung durch den Tetanus, in demselben Augenblick, in dem der Tetanus eintrat, die Blutung vollkommen sistirte; sowie der Tetanus vorüber war, kehrte die Blutung nun, wie es schien, etwas beschleunigt zurück.

Der Versuch wurde mit verschiedenen Stromstärken, mit Verwendung von Strychnin als Erreger der Muskelkrämpfe, wiederholt, ohne anderen Erfolg. Auch wenn tiefer, sogar in den Muskel selbst eingeschnitten wurde, der Erfolg änderte sich scheinbar nicht.

Da diese Untersuchungen zu einer Zeit angestellt wurden, in der die obigen Resultate des gesteigerten Blutgehaltes durch längeren und kürzeren Tetanus noch nicht gewonnen waren, so mussten sie Zweifel an der Richtigkeit dieser Anschauung erwecken.

Bei näherer Betrachtung zeigte sich makroskopisch, was man öfters auch mit Hülfe des Mikroskopes nachweisen konnte, dass die Hautgefäße im Tetanus erblassen. Hier lag der Schlüssel zur Lösung des Räthsels.

¹⁾ GSCHIEDLEN's und meine Versuche zeigen, dass der Leberblutgehalt bis etwa auf die Hälfte sinken kann.

Genauere Betrachtung der aus kleinsten durchschnittenen Gefässen in der Ruhe kaum bemerkbar blutenden Muskelquerwunde zeigte bei Reiz wirklich eine unzweifelhafte Steigerung der Wundblutung, die nur der absoluten Geringsfügigkeit der dadurch zu Verlust gehenden Blutmenge wegen zunächst nicht in's Auge gefallen war. Dagegen stand die Blutung aus den grossen durchschnittenen Blutgefässen vollkommen.

Es ist sonach vielleicht anzunehmen, dass bei Fröschen das Blut, welches in der Ruhe sich zwischen Haut, Knochen und Muskeln vertheilt, während des Tetanus fast in seiner gesammten Masse in die Muskeln gezogen wird, sodass für die anderen Gewebe des Bewegungsapparates, also auch für eine Blutung aus denselben, kein Blut mehr zur Verfügung stehe.

Dieselbe Wechselwirkung, welche wir zwischen dem Gesamtbewegungsapparat und den Eingeweiden in Beziehung auf die Blutvertheilung nachgewiesen haben, wird sonach durch diesen Versuch auch für die einzelnen Gewebe des Bewegungsapparates bestehend gezeigt.

Während der Arbeitsleistung können die Muskeln sonach nicht nur aus dem grossen Blutreichthum der Eingeweide Blut an sich ziehen, beim Frosche wenigstens versorgen sie ihren Mehrbedarf auch aus der während der Ruhe der Haut und den Knochen zugeführten Blutmenge.

Die durch Muskelcontraction bedingte Steigerung des Blutgehaltes im Bewegungsapparat bezieht sich sonach primär nur auf die Muskeln allein.

Nach längerer Muskelarbeit scheint sich dieses Verhältniss wenigstens nach den allbekannten Beobachtungen am Menschen zu verändern, sodass in der Folge auch der Blutgehalt der Haut gesteigert wird. —

Wenn man längere Zeit die unteren Extremitäten eines Frosches allein tetanisirt hat und zieht dem Thiere dann die Haut ab, so erscheint durch den gesteigerten Blutgehalt in den tetanisirten Muskeln der Oberkörper erblasst, während die Schenkel sich lebhaft geröthet zeigen. Dieses Experiment gelingt nicht mit deutlichem Erfolg bei der Vergleichung mit den beiden hinteren Extremitäten in derselben Weise.

Bei Curare-Vergiftungen der Frösche von einer Rückenhautwunde aus zeigt sich stets ohne weitere Versuchsbedingungen das gleiche Resultat über die Veränderung der Blutvertheilung durch Muskelthätigkeit. Bekanntlich werden bei dieser Art der Applicirung des Giftes bei Fröschen die Muskelnerven der oberen Extremitäten ziemlich viel früher unthätig als die der Hinterbeine, worauf das bekannte Zusammensinken des vergifteten Thieres, das gesund auf seine Arme sich stützt, eintritt. Lange noch nach diesem Zusammensinken und dem Eintritt der Paralyse oder Halbparalyse der Arme macht der Frosch noch die Springbewegungen mit den Hinterextremitäten, diese sind sonach länger thätig als die Arme und zu einer Zeit, in der letztere schon nicht einmal mehr kürzere Abwechslung zwischen Ruhe und Thätigkeit zeigen. Die willkürlichen Bewegungen mit dem Oberkörper, welche Frösche machen, die an den Hinterbeinen tetanisirt werden, stören in etwas die Ausbildung der Veränderung in der Blutvertheilung bei Tetanus. Bei den Curarefröschen, wo dieses Moment der Ausgleichung wegfällt, zeigt sich auch die Wirkung der Muskelthätigkeit am

schlagendsten. Der Oberkörper ist erblasst, blutleer, die Muskeln der Hinterbeine stark geröthet, strotzend mit Blut gefüllt. —

Ein hübsches hierher gehörendes Experiment lässt sich am Herzen des Frosches anstellen.

Am häufigsten sieht man bei Curarefröschen eben wegen des oben erwähnten Einflusses der Vergiftung auf die Blutvertheilung das Herz weniger blutreich, erblasst. Dieser Zustand ist es, in welchem der Versuch am schönsten sich demonstrieren lässt, obwohl er auch an Herzen gelingt, die in der Diastole wie eine rothe Kirsche vor Blutfülle in ihrer Muskulatur strotzen. Berührt man das Herz in der Systole mit einem feinen, aber stumpfen Instrumente, so sieht man, wie noch vor der Diastole, vor Eintritt des Blutes in das Herz, in diese eine gereizte Stelle Blut hineinschiesst, sie als eine rothe Geschwulst über die Oberfläche des Herzens erhebt, die nach starker Berührung auch noch während der Diastole und nachher in der Systole, wenn die Herzmuskulatur im Uebrigen wieder erblasst ist, sichtbar bleiben kann. Wohl jedem Experimentalphysiologen ist dieses Experiment schon gelegentlich aufgestossen. Wenn man ein Froschherz mit einer Pincette berührt und etwas in die Höhe hebt, tritt an der gezwickten Stelle des Herzens diese, den Reiz noch einige Zeit überdauernde, local gesteigerte Blutfülle ein. Das Herz reagirt so lebhaft auf derartige Reizungen, dass man mit einer stumpfen Nadel geradezu auf seiner Oberfläche verschiedene Linien ziehen kann, die dann sofort in Blutschrift aufschliessen, die je nach der Reizstärke mehr oder weniger rasch wieder verschwindet.

Die neuen im Leipziger physiologischen Institute gemachten Beobachtungen über die Verlangsamung des Blutstromes in den Muskeln bei Ermüdung derselben, sind nicht so zu deuten, als würde damit auch die Blutmenge in den ermüdeten Muskeln vermindert. Unsere Versuche an Fröschen, deren Blutgehalt im Bewegungsapparate nach andauerndem Tetanus untersucht wurde, lehren vielmehr, dass auch der ermüdende Muskel, resp. Bewegungsapparat, mehr Blut enthält als der geruhte. Die Verlangsamung des Blutstromes kann mit der gleichzeitigen Erweiterung des Strombettes direct zusammenhängen.

Hier soll noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass in den Beobachtungen C. Voit's¹⁾, über die Wirkungen des Kaffee's, resp. Kaffein's, eine Einwirkung dieses Giftes, das das vergiftete Thier zu heftigen Muskelkrämpfen erregte, auf das Gefässsystem beschrieben wird.

»Die Gefässe dehnen sich aus, d. h. es tritt eine Lähmung der Gefässmuskeln ein, auch die Capillaren sind mit Blut angefüllt, wodurch die ganze Haut rosaroth gefärbt erscheint. Die Muskeln sind meist ungemein fest und viel dicker als normal, nur nicht an den Theilen mit abgebundenen Gefässen; die Muskeln werden dicker, auch wenn die Nerven durchschnitten und keine Krämpfe eingetreten waren«. Voit leitet die Anschwellung der Muskeln von der Ausdehnung der Gefässe ab, die wie an der äusseren Haut, so auch im Muskel stattfand.

Diese Beobachtungen zeigen mit aller Deutlichkeit, dass das Kaffein, oder der Kaffee, der so lebhaft wirkte auf das Kraftgefühl der Muskeln und

1) a. a. O. pg. 443.

Nerven ausübt und die Arbeitsfähigkeit zunächst subjectiv bedeutend steigert, eine ebenso deutliche Einwirkung auf die Vertheilung des Blutes in den Organen hat. Dem Bewegungsapparate wird Blut in gesteigerter Menge zugeführt, der Stoffwechsel in diesen Organen dadurch gesteigert. Das gesteigerte Kraftgefühl beruht sonach bei Kaffeegenuss auf demselben Momente, wodurch dasselbe bei einer im Allgemeinen gesteigerten Ernährung hervorgerufen wird. Hier wird local der Bewegungsapparat besser ernährt, der Stoffwechsel in ihm gesteigert und damit das auf der Grösse des Stoffwechsels in den Bewegungsorganen beruhende subjective Kraftgefühl. Die Veränderung der Blutvertheilung ist nach den Voit'schen Beobachtungen von dem Tetanus, der im Gefolge der Kaffeeinvergiftung eintritt, ganz unabhängig, da sie auch nach Durchschneidung der Nerven, wonach die Krämpfe ausbleiben, in ziemlich gleicher Stärke wie bei den Krämpfen selbst eintritt.

Zweifelsohne wird sich eine Reihe von Stoffen auffinden lassen, welche eine derartige Einwirkung auf die Blutvertheilung haben und dadurch den Stoffwechsel local erhöhen oder verringern können. So werden sich die Wirkungen von Stoffen erklären, die, trotz ihres grossen Einflusses auf das Allgemeinbefinden, doch von keiner steigernden oder verlangsamenden Wirkung auf den Gesamtstoffwechsel sind. Die locale Veränderung der Organthätigkeit beruht auf einer lokalen Veränderung der Ernährung durch Veränderung der Blutzufuhr zu dem betreffenden Organe.

§. 5.

Volumsänderung der menschlichen Extremitäten durch Muskelarbeit.

Es ist bekannt, dass die Bewegungsglieder durch Uebung an Volum dauernd zunehmen.

Wenn die Muskulatur eine so bedeutende Steigerung ihres Blutgehaltes erfährt durch die Arbeitsleistung, so muss eine entsprechende Zunahme ihres Volums und damit der gesammten arbeitenden Bewegungsglieder: der Beine, der Arme eintreten.

Im Folgenden sollen einige derartige Messungen mitgetheilt werden.

Bei dem Gehen in der Ebene, mehr noch bei dem Steigen auf Höhen, leistet die Wadenmuskulatur eine bedeutende Arbeit.

In der Ruhe wurde der grösste Umfang der Waden gemessen, die Messstelle mittelst Höllenstein bezeichnet in ihrem ganzen Umfang, sodass eine folgende Messung genau wieder auf die erstgemessene Stelle traf. Ein starkes ledernes Metermaass war der Messapparat. Das Uebrige ergeben die Versuche selbst.

I. Versuch.

1. Messung 6 hor. 20' Morgens sogleich nach dem Aufstehen aus dem Bett bei Ruhe der Muskulatur:

rechte Wade stehend	36,9 CM.
linke » »	38,0 »

2. Messung 9 hor. 20', nach den gewöhnlichen leichten Bewegungen der ländlichen Morgenbeschäftigungen, also nach dreistündiger leichter Muskelbewegung:

rechte Wade stehend 37,5 CM.

linke » » 38,6 »

3. Messung 12 hor. 0' Mittags.

Um 9 hor. 25 begann die Fusswanderung bis 10 hor. 0' in der Thalsole 2254 Fuss u. M., von 10 hor. 0' an rasches Ansteigen auf zumTheil steilem Gebirgswege, um 12 hor. 0' auf der Bergspitze 5341 Fuss u. M., also nach 2 hor. 35' starker Muskelbewegung:

rechte Wade stehend 38,0 CM.

linke » » 39,2 »

4. Messung 12 hor. 25'.

Nach 25' Rast, Muskelruhe nach Muskularbeit:

rechte Wade stehend 38,0 CM.

linke Wade nicht gemessen.

5. Messung 2 hor. 0'.

Nachdem 35' steil abwärts gestiegen war, dann 1 Stunde gerastet:

rechte Wade stehend 37,7 CM.

linke » » 38,7 »

6. Messung 3 hor. 20'.

Nach weiterem Absteigen und Rückwanderung in der Ebene, also nach neuer Muskularbeit:

rechte Wade stehend 37,9 CM.

linke » » 39,0 »

7. Messung 7 hor. 30' Abends. Nach 4stündiger Rast:

rechte Wade stehend 37,5 CM.

linke » » 39,0 »

Die linke Wade war etwas schmerzhaft, nach einem kurzdauernden Krampfe um 12 hor.

8. Messung 7 hor. Morgens, direct nach der Nachtruhe aus dem Bett, nach vollkommener Muskelruhe:

rechte Wade stehend 37,0 CM.

linke » » 38,0 »

II. Versuch.

Er schliesst sich direct an den vorstehenden an.

1. Messung, 7 hor. 0' Morgens, direct nach der Nachtruhe aus dem Bett, also nach längerer vollkommener Muskelruhe:

rechte Wade stehend 37,0 CM.

linke » » 38,0 »

2. Messung, 7 hor. 0' Abends, nach viel Bewegung im Freien, einem längeren Gange und einem Lauf in der Ebene, also nach starker Muskelthätigkeit:

rechte Wade stehend 38,6 CM.

linke » » 39,7 »

3. Messung 10 hor. 0' Abends, nach längerem Sitzen, also bei Muskelruhe nach Muskelbewegung:

rechte Wade stehend 38,5 CM.

linke » » 39,7 »

4. Messung 6 hor. 0' Morgens, sogleich nach dem Aufstehen aus dem Bette, also nach langer vollkommener Muskelruhe:

rechte Wade stehend 36,9 CM.

linke » » 38,2 »

5. Messung 7 hor. 45' Morgens, nach möglichst leichten Bewegungen und Sitzen, also bei gewöhnlicher Muskelruhe:

rechte Wade stehend 37,2 CM.

linke » » 38,2 »

6. Messung 8 hor. 27' Morgens nach 25 Minuten rascher und starker Bewegung in der Ebene, also nach kurzer, aber starker Muskelbewegung:

rechte Wade stehend 37,7 CM.

linke » » 38,8 »

7. Messung 8 hor. 37' Morgens, nach 10 Minuten Muskelruhe nach Muskularbeit:

rechte Wade stehend 37,4 CM.

linke » » 38,5 »

Die Beobachtungen lehren (II. Versuch) deutlich, dass das Volumen der Unterschenkel am Morgen direct nach der Nachtruhe kleiner ist, als am Abend nach stärkerer Bewegung im Freien.

Das Volum der Unterschenkel nimmt mit der stärkeren Arbeit der betreffenden Muskeln direct zu, diese Zunahme bleibt einige Zeit, nachdem die Muskularbeit aufgehört hat, noch bestehen und verschwindet erst nach längerer Ruhe im Bett, sodass das Volum der betreffenden Glieder am Morgen nach der Muskulanstrengung wieder das alte ist.

Die stärkste Zunahme des Wadenumfanges ist im I. Versuch 3. Messung für die

rechte Wade 1,1 CM.

linke » 1,2 »

im II. Versuch, 2. Messung

rechte Wade 1,6 CM.

linke » 1,7 »

Die Resultate dieser Beobachtungen stimmen mit den directen Blutbestimmungsergebnissen bei und nach Muskeltetanus überein. Sie beweisen einen gesteigerten Blutreichthum der Bewegungsapparate während und nach ihrer Arbeitsleistung.

Schlussbetrachtung des Abschnittes I.

Wir sind mit dem Gedanken an die vorstehenden Untersuchungen herangetreten, eine Vermittelung für die bisher bestehenden scheinbaren Widersprüche aufzufinden zwischen den Experimentalergebnissen der Versuche, von welchen sich die einen bei der Erforschung des Einflusses der Muskelthätigkeit auf den Stoffumsatz auf die Betrachtung des Gesamtstoffwechsel beschränkten, die anderen dagegen auf die Beobachtung des Localstoffwechsels in den direct thätigen Organen.

Schon unsere älteren Versuche hatten zum Theil die gesuchte Vermittelung ergeben.

Wenn die Gesamtstoffwechselversuche bei Muskelthätigkeit den Stoffumsatz im Ganzen der geleisteten mechanischen Arbeit nicht äquivalent gesteigert zeigen, so lehren unn unsere Versuche, dass diese relative Unabhängigkeit des Gesamtstoffwechsels von der Nerven- und Muskularbeit von einer

doppelten Compensation bedingt sei.

Der durch die Organstoffwechselversuche bewiesene Mehrverbrauch an Stoffen in den thätigen Organen, wird für den Gesamtstoffwechsel ausgeglichen.

1) durch locale Compensation im arbeitenden Organe selbst.

Auf die Zeit der bei der Arbeit gesteigerten Stoffzersetzung folgt in der Zeit der Ermüdung ein Herabsinken des Organstoffwechsels unter die bei leistungsfähiger Ruhe vor der Arbeit eingehaltene Linie. So findet eine Ausgleichung in der Art statt, dass die Summe der Organzersetzungen in der Thätigkeit und der darauf folgenden Ermüdung sich theoretisch nicht wesentlich zu unterscheiden braucht von der Grösse der Zersetzungen, welche in einem der Summe dieser beiden Zeittheile gleichen Zeitabschnitte im Zustand der leistungsfähigen Ruhe, in dem geruhten Zustande des Organes in diesem stattfindet.

In dem Auftreten von ermüdenden Substanzen im ermüdenden Muskel und Nerven haben wir experimentell ein thatsächliches Moment erkannt, wodurch der Stoffumsatz nach einer anfänglichen Steigerung bei der Thätigkeit schliesslich im Zustande der Ermüdung auf ein Minimum herabgedrückt wird.

Eine weitere Wirkung im Sinne der Ausgleichung im Gesamtstoffwechsel findet aber statt

2) durch die hier neu erkannten allgemeinen Compensationen zwischen arbeitenden und ruhenden Organen desselben Organismus, durch den

Thätigkeitswechsel der Organe.

Unsere Annahme des Thätigkeitswechsels basirt vorläufig auf den Beobachtungen über die Veränderung der Blutvertheilung im Gesamtorganismus durch die Arbeitsleistung einzelner Organe, vor allen der Muskeln und Nerven.

In dem Blute sehen wir die Hauptnährungsflüssigkeit der Organe, es ist uns wie Voit u. A.¹⁾ ein Maass für das dem Organe zuströmende Blastem. Je mehr Blut und damit Blastem einem Organe zugeführt wird, desto lebhafter wird sein Stoffumsatz.

Unsere Versuche beweisen, dass der Muskel im Tetanus eine sehr bedeutende Steigerung seines Blutgehaltes erfährt; diesen Werthen entsprechend muss sein Stoffumsatz bei Arbeit steigen, wozu auch die Steigerung der Geschwindigkeit des Blutstromes in derselben Zeit nicht unwesentlich beiträgt.

Aber während die Bewegungsorgane des Muskelarbeit leistenden Thieres mehr Blut erhalten, wird dieses Plus den übrigen Organen entzogen. Je mehr Blut und Blastem den arbeitenden Organen zuströmt, um ebenso viel weniger erhalten die übrigen. Dadurch wird annähernd um dieselbe Grösse der Stoffwechsel in den übrigen Körpertheilen vermindert, um welche er in dem vorzüglich arbeitenden Organe vermehrt ist.

Auch dadurch wird eine Steigerung des Gesamtstoffwechsels der geleisteten Arbeit entsprechend unmöglich gemacht.

Diese so oft vorausgesetzte Congruenz wird noch weiter dadurch gestört, dass während des Tetanus die Blutcirculation im Allgemeinen etwas beschleunigt ist, wodurch der Umsatz in allen Organen erhöht werden muss. Diese Steigerung tritt auch ein in den wegen veränderter Blutvertheilung weniger Stoffe zersetzenden Organen, also auch hier wieder Compensation. Dann lehren uns unsere Beobachtungen weiter, dass die einzelnen Organe in Beziehung auf die Intensität ihres normalen Stoffwechsels sehr bedeutende Unterschiede zeigen. So wird die Blutverminderung in den Organen hier nach der normalen Intensität des in ihnen vor sich gehenden Stoffwechsels auch noch von verschiedener Wirkung auf den Gesamtstoffwechsel sein.

So viel steht nun fest:

Die arbeitenden Muskeln und Nerven, die nach unseren Beobachtungen auch eine vom Blute unabhängige Steigerung ihres Stoffwechsels zeigen und durch eine erkannte Veränderung der physikalischen Eigenschaften ihrer Membranen im Stande sind mehr Blastem in sich aufzunehmen²⁾, **erhalten auch eine gesteigerte Zufuhr von Sauerstoff und Blastem** (im Blut). Da auf diesen Factoren vor Allem die Grösse des Stoffwechsels beruht, so ist damit **bewiesen**, dass bei der Muskelarbeit in den arbeitenden Organen selbst eine entsprechende Steigerung des Stoffwechsels eintreten muss, die wir als Quelle der Muskelkraft ansprechen.

Der Einfluss des im arbeitenden Muskel gesteigerten Stoffwechsels auf den Allgemeinstoffwechsel wird durch **Compensations-einrichtungen** ausgeglichen, von denen wir jetzt zwei experimentell kennen gelernt haben:

1. **die locale Compensation** in den arbeitenden Muskeln und Nerven, und

2. **den Tätigkeitswechsel oder Functionswechsel** der Organe.

1) cf. Einleitung. S. 2.

2) cfr. Lebensbedingungen der Nerven, S. 82 ff.

Andere Compensationsvorgänge, die noch gleichzeitig in Wirksamkeit treten könnten, sind damit nicht ausgeschlossen. Schon oben wurde der im Gegensatz zur Compensation sich geltend machenden Wirkung der allgemeinen Steigerung der Circulationsgeschwindigkeit gedacht. Doch haben jedenfalls weitere Hypothesen den Experimentalbeweis ihrer Existenz erst zu liefern, der für zwei so energisch wirkende Ausgleichungsvorgänge im Vorstehenden erbracht ist.

In dem folgenden Abschnitte wenden wir uns zu neuen Versuchen.

Der Beweis des Thätigkeitswechsels soll noch an dem Einzelstoffwechsel der Organe selbst, geführt und damit über alle Zweifel sicher gestellt werden.

Abschnitt II.

Die

Betheiligung der grossen Organe

am

Stoffwechsel bei Ruhe und im Tetanus.

Abchnitt II.

Die

Betheiligung der grossen Organe

an

Stoffwechsel bei Ruhe und im Tode

Capitel V.

Die Thätigkeit der Leber und der Nieren unter dem Einfluss des Tetanus und der Muskelruhe.

§. 1.

Vorbemerkungen.

Von der Erkenntniss der Veränderung der Blutvertheilung im Organismus durch Muskelruhe und Tetanus ausgehend dürfen wir den vermutheten Functionswechsel der Organe schon für bewiesen halten.

Durch die Muskelarbeit werden in den arbeitenden Organen die drei Factoren des Stoffwechsels, die wir aus den BISCHOFF-VOIT'schen Stoffwechselversuchen kennen, im Sinne einer Steigerung des Stoffwechsels verändert. Dieser Veränderung entsprechend werden die Umsatzbedingungen in den übrigen Organen des Körpers während derselben Zeit vermindert, welche Verminderung durch die gleichzeitig im Allgemeinen etwas gesteigerte Circulationsgeschwindigkeit nur zum Theile ausgeglichen werden wird.

Aeltere Experimente haben zu erweisen versucht, dass während der Muskelarbeit die Resorption vom Darm aus beschleunigt sei, daraus hat man wohl im Allgemeinen hie und da den Schluss ziehen wollen, dass durch Arbeit der Muskeln die Verdauungsthätigkeit und damit die Thätigkeit der sich bei diesem Acte betheiligenden Drüsen gesteigert werde.

Diese beschleunigte Resorption vom Darne aus, die wir schon als exact bewiesen annehmen wollen, hat ihren alleinigen Grund offenbar in der schon mehrfach erwähnten Beschleunigung der Gesamtcirculation durch die Thätigkeit der Muskeln, für eine durch die Muskelarbeit gesteigerte Drüsen-thätigkeit beweist sie direct Nichts. Es wird sich experimentell entscheiden müssen, ob diese Beschleunigung der Circulation im Stande ist, was uns von vorne herein nach den Resultaten der Gesamtstoffwechselversuche als äusserst unwahrscheinlich erschien, die durch die absolute Verminderung des für die Drüsen zu verwendenden Blutes angestrebte Herabsetzung ihres Stoffwechsels überzucompensiren.

Dagegen ist jedem an starke Muskelanstrengungen Gewöhnten unsere Grundbetrachtung bekannt, dass der Zustand der Verdauung die Fähigkeit zu Muskelleistungen herabsetzt, und umgekehrt, eine dabei trotz der subjectiven Unfähigkeit, die von dem relativen Blutmangel in den Muskeln während der

gesteigerten Thätigkeit der grossen Unterleibsdrüsen herrührt, erzwungene energische, fortgesetzte Muskelleistung die Verdauung hintanhält.

Hier ist nur eine Entscheidung durch das Experiment möglich.

Wir wenden uns zu diesem Experimentalbeweis.

Die Untersuchungen dieses Capitels wurden an temporären Fisteln angestellt: Gallenblasenfisteln und Fisteln der Harnleiter.

Die Operationen wurden möglichst ohne Blutung ausgeführt, was durch doppelte Unterbindung der betreffenden Gefässe vor dem Schnitt nicht zu schwer möglich ist.

Die Gallenversuche wurden an Kaninchen und Meerschweinchen angestellt, die Harnversuche an Hunden.

Die Canüle wurde in die entleerte Gallenblase eingebunden, der Ductus choledochus doppelt abgeschnürt. Die nun sogleich austropfende Galle in untergestellten gewogenen Glasschälchen gesammelt, die Tropfenzahl bestimmt, die Gallenmenge gewogen. An die Hinterfüsse waren die Electroden eines electrischen Schnittapparates befestigt, sodass die Muskeln der beiden Beine von unten auf von den Inductionströmen durchflossen wurden. So konnte die Erregung leicht auf die hinteren Extremitäten beschränkt werden.

Nachdem einige gleiche Zeitabschnitte hindurch in der Muskelruhe die ausfliessende Gallenmenge bestimmt war, wurde Tetanus in den Hinterbeinen hervorgerufen, dabei die Gallenabsonderung wieder bestimmt und ebenso in der Ruhe nach dem Tetanus.

Ganz analog waren die Harnversuche an Hunden. Die Canüle wurde in den Harnleiter eingebunden und die Tropfenzahl gemessen. Der zweite Harnleiter wurde unterbunden.

Bei diesen Versuchen drängte sich zunächst eine ungesuchte Beobachtung auf.

Hatte das Thier, was einige Male eintrat, bei der Operation auch eine scheinbar nicht beträchtliche Blutmenge verloren, so wurde doch dadurch die Gallenabsonderung vermindert oder vollkommen unterdrückt. Dasselbe wurde bei der Bestimmung der Harnmenge unter analogen Bedingungen beobachtet. Man war im Stande, die cessirende Absonderung durch Injection von warmem 4⁰/₀igem Salzwasser in die Venen wieder hervorzurufen. Im Harne stellte sich dadurch Eiweissgehalt ein.

So unerwünscht an sich diese Beobachtungen waren, die in der Folge durch vorsichtigeres Operiren vermieden wurden, so lehren sie uns doch, dass eine allgemeine Blutverminderung, welche auf die Energie der Muskelbewegungen noch keinen merkbaren Einfluss ausübt, eine sehr lebhafte Einwirkung auf die Drüsen-thätigkeit zeigt: sie vermindert respective unterdrückt die Thätigkeit der grossen Drüsen: Leber und Niere momentan.

Wir dürfen danach schon von vorneherein vermuthen, dass eine locale Blutverminderung in den Drüsen, wie sie durch Muskelthätigkeit erzeugt wird, einer allgemeinen Blutverminderung analog wirken, d. h. die betreffenden Drüsen-thätigkeiten herabsetzen werde.

So wenden wir uns nach dieser vorläufigen Orientirung zu den Versuchen selbst.

§. 2.

Versuchsbeispiele über Gallenabsonderung bei Kaninchen im Tetanus und Muskelruhe.**Versuch I.**

Versuchsthier: Kaninchen.

Rohgewicht: 1384 Gramm.

Lebergewicht, bluthaltig: 34,5 Gramm.

Operation. Tracheotomie. Eröffnung der Bauchhöhle in der Linea alba ohne Blutung, die Gedärme herausgelegt, in ein feucht-warmes Tuch von 35° C. eingeschlagen, mit einem zweiten ebenfalls feuchtwarmen bedeckt, das von Zeit zu Zeit erneuert wird, um die Temperatur möglichst gleichmässig zu halten.

Gallenblase angeschnitten, Galle entleert, Canüle eingebunden, Abbindung des Gallengangs in der Nähe der Eintrittsstelle in den Darm.

Die Galle fliesst regelmässig aus, Tropfen für Tropfen.

Versuch. Der regelmässige Gallenabfluss wurde durch den Tetanus gestört und zwar sehr verlangsamt.

Bei Tetanus I und II fiel zuerst noch der schon im Röhrchen von der vorausgehenden Periode der Ruhe her befindliche Tropfen ab, dann sistirte die Gallenabsonderung in I vollkommen, bei II kam noch ein zweiter Tropfen. Bei Tetanus III war das Thier schon sehr erschöpft. Die Muskeln der hinteren Extremitäten contrahirten sich anfänglich nur noch sehr schwach, später gar nicht mehr auf Stromstärken, die nicht das ganze Thier in Tetanus versetzten. Es floss verlangsamt Galle ab. Nach Tetanus I und II erschien die Gallenabsonderung ungeschwächt in der Ruhe wieder, nach Tetanus III blieb die Verlangsamung anfänglich noch bestehen, vom zweiten Tropfen nach dem Aufhören der Muskelreizung an folgten sich die Tropfen wieder ziemlich mit der für die Muskelruhe bei diesem Thiere normalen Geschwindigkeit.

Tropfenzählung.

Beginn des Versuchs 10 hor. 40' 0"

Ruhe.

10 Tropfen fielen bis 10 hor. 46' 25"

5 » » » » 48' 5"

5 » » » » 50' 48"

5 » » » » 53' 12"

Die Leber producirt in der Ruhe 1 Tropfen in: **31".**

Tetanus I.

Beginn des Tetanus um 10 hor. 55' 45"

2 Tropfen bis » 59' 0"

Die Leber producirt im Tetanus 1 Tropfen in: **2' 22"**

Ruhe nach Tetanus I.

Beginn der Ruhe nach dem Tetanus		10 hor.	59' 0"
3 Tropfen fielen bis		11 »	7' 20"
Die Leber producirte in der Ruhe 1 Tropfen in: 1' 45"			

Tetanus II.

Beginn		11 hor.	7' 20"
erster Tropfen		»	12' 50"
dann Nichts bis		»	15' 40"
Die Leber producirte im Tetanus 1 Tropfen in: 4' 10"			

Ruhe nach dem Tetanus II.

Beginn		11 hor.	15' 40"
Tropfen 1		»	16' 15"
» 2		»	16' 35"
» 3		»	17' 0"
» 4		»	17' 20"
» 5		»	17' 40"
» 6		»	17' 55"
» 7		»	18' 20"
» 8		»	19' 50"
» 9		»	20' 27"
» 10		»	23' 24"

Die Leber producirte in der Ruhe 1 Tropfen in: 46"

Tetanus III.

Beginn		11 hor.	23' 24"
Tropfen 1		»	25' 25"
» 2		»	28' 53"
» 3		»	29' 7"
» 4		»	29' 34"
» 5		»	31' 4"

Die Leber producirte im Tetanus 1 Tropfen in 1' 32"

Ruhe nach dem Tetanus III.

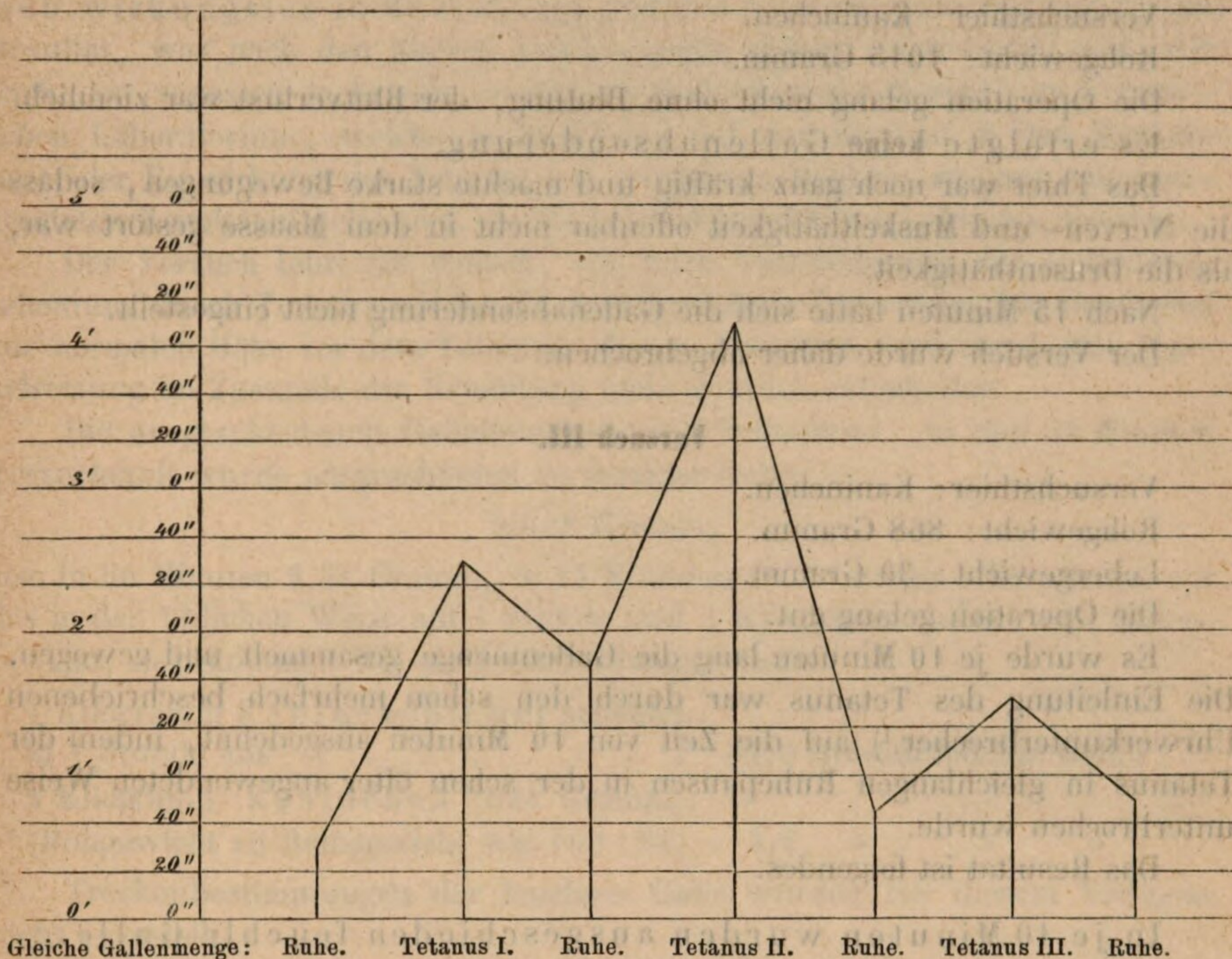
Beginn		11 hor.	31' 4"
Tropfen 1		»	33' 47"
» 2		»	34' 27"
» 3		»	35' 12"
» 4		»	36' 7"
» 5		»	37' 0"

Die Leber producirte in der Ruhe 1 Tropfen in 1' 11".

Nehmen wir die gleichen Tropfenzahlen als Abscisse und tragen darauf die Zeiten als Ordinaten auf, so erhalten wir für die Geschwindigkeit der Gal-
lenproduction bei Ruhe und Tetanus der hinteren Extremitäten nach der vor-
stehenden Tabelle folgende Curve.

Curve der Gallenausscheidung bei Muskelruhe und Tetanus (nach Versuchsbeispiel Nr. I.)

Zeiten



Die Ausscheidung gleicher Gallenmengen bedarf sonach sehr ungleicher Zeiten in Ruhe und Tetanus, die Zeiten wachsen im Tetanus sehr bedeutend, die Gallenproduction nimmt also in der Zeiteinheit um die gleiche Grösse ab.

20 Tropfen in der Ruhe vor dem Tetanus I ausgeschieden wogen:

feucht 0,8380 Gramm.
trocken 0,0499 »

also:

feste Stoffe 2,30%
Wasser 97,70%.

Betrachten wir nur die Galleausscheidung bei Ruhe vor dem Tetanus als die normale, so hätte danach das Thier in 24 Stunden ausgeschieden feuchte Galle 117,64 Gramm; 1 Kilogramm Kaninchen (Reingewicht = 1107), demnach in 24 Stunden feuchte Galle = 106,2 Gramm.

Im Tetanus II wurden ausgeschieden

feucht 0,0365 Gramm.
trocken 0,0008 »

also:

feste Stoffe 2,20%
Wasser 97,80%.

Danach scheint die Galle im Tetanus etwa gleich concentrirt als in der Ruhe.

Versuch II.

Versuchsthier: Kaninchen.

Rohgewicht: 4045 Gramm.

Die Operation gelang nicht ohne Blutung, der Blutverlust war ziemlich.

Es erfolgte **keine** Gallenabsonderung.

Das Thier war noch ganz kräftig und machte starke Bewegungen, sodass die Nerven- und Muskelthätigkeit offenbar nicht in dem Maasse gestört war, als die Drüsenthätigkeit.

Nach 15 Minuten hatte sich die Gallenabsonderung nicht eingestellt.

Der Versuch wurde daher abgebrochen.

Versuch III.

Versuchsthier: Kaninchen.

Rohgewicht: 868 Gramm.

Lebergewicht: 30 Gramm.

Die Operation gelang gut.

Es wurde je 10 Minuten lang die Gallenmenge gesammelt und gewogen. Die Einleitung des Tetanus war durch den schon mehrfach beschriebenen Uhrwerkunterbrecher¹⁾ auf die Zeit von 10 Minuten ausgedehnt, indem der Tetanus in gleichlangen Ruhepausen in der schon öfter angewendeten Weise unterbrochen wurde.

Das Resultat ist folgendes.

In je 10 Minuten wurden ausgeschieden feuchte Galle:

I. Ruhe vor dem Tetanus I:

0,4855 Gramm.

II. Tetanus I.

0,4375 Gramm.

III. Ruhe nach dem Tetanus I:

0,4930 Gramm.

IV. Tetanus II.

0,3012 Gramm.

V. Ruhe nach dem Tetanus II:

0,4126 Gramm.

Der Versuch zeigt die Gallenmengen schon während des Tetanus I vermindert, die Hauptverminderung fällt jedoch auf die Ruhe nach dem Tetanus I.

Durch den lang andauernden Tetanus war das Thier äusserst erschöpft, sodass bei Tetanus II, ausser durch Ströme, welche das ganze Thier in Krämpfe versetzten, keine deutliche Contraction der Muskeln der Unterextremitäten hervorgerufen werden konnte.

¹⁾ cf. z. B. Tetanus S. 229.

In Folge dessen sehen wir unter der Reizung im Zustande der Ermüdung die Gallensecretion wieder ansteigen, als fände keine Muskelreizung statt. Die Muskelreizung ist im Zustande der Ermüdung danach vollkommen wirkungslos in Beziehung auf die Gallenausscheidung, ein Resultat, was nach den älteren Anschauungen ebenso zu erwarten war, wie nach den neuesten mehrmals erwähnten Beobachtungen SADLER's im LUDWIG'schen Laboratorium, welche in Beziehung auf den Blutlauf in den Muskeln unter der Einwirkung des Tetanus bei ermüdeten Muskeln zu ganz entgegengesetzten Resultaten gelangten, als sie bei leistungsfähigen gefunden wurden.

Der Versuch lehrt uns sonach, wie nach Verminderung der Gallenausscheidung durch Tetanus wieder ein Ansteigen derselben erfolgt, bis annähernd zur normalen Höhe vor dem Tetanus. Dieses Ansteigen wird durch eine Muskelreizung im Zustande der Ermüdung nicht deutlich aufgehalten.

Die ausgeschiedenen Gallenmengen sind bedeutend. In den 50 Minuten Versuchszeit wurde ausgeschieden an feuchter Galle:

2,098 Gramm,

also in 60 Minuten 2,54 Gramm, in 24 Stunden 60,2 Gramm. Berechnen wir das in der üblichen Weise auf 1 Stunde und 1 Kilogramm Leber- und Thiergewicht, so bekommen wir als Ausscheidungsgrößen

1 Kilogramm Kaninchenleber scheidet	
in 1 Stunde aus	84,0 Gramm feuchte Galle,
1 Kilogramm Kaninchen (694 Gramm)	
(Rohgewicht zu Reingewicht wie 100 : 80)	3,6 » » »

Trockenbestimmungen der feuchten Galle wurden bei diesem Versuche nicht angestellt.

Die Gallenmengen sind dadurch noch zu gering ausgefallen, dass auch Tetanus mit deutlicher Verminderung der Ausscheidung sich einschob. Rechnen wir nach den ersten 10 Minuten der Beobachtung, so ergeben sich als Gesamtausscheidung für 24 Stunden 72 Gramm Galle, ein Kilogramm Kaninchen hätte dann ausgeschieden in 24 Stunden 102,2 Gramm feuchte Galle.

Versuch IV.

Versuchsthier: Kaninchen, Weibchen.

Rohgewicht: 1230 Gramm.

Lebergewicht: 34 Gramm.

Die Operation gelang ziemlich ohne Blutung.

Auch hier wurden je 10 Minuten untersucht, der Tetanus war mit Unterbrechung in der oben angegebenen Weise eingeleitet. Das Thier ist nachher ganz ermüdet.

In je 10 Minuten wurden ausgeschieden Galle:

I. Ruhe vor dem Tetanus:

1,0380 Gramm feuchte Galle =

0,0195 « trockene » =

22 Tropfen.

II. Tetanus:

0,7995 Gramm feuchte Galle =

0,0443 » trockene » =

19 Tropfen.

III. Ruhe nach dem Tetanus:

0,6865 Gramm feuchte Galle =

0,0440 » trockene » =

15 Tropfen.

IV. Ruhe nach dem Tetanus:

0,6940 Gramm feuchte Galle =

0,0440 » trockene » =

15 Tropfen.

V. Ruhe nach dem Tetanus.

0,7300 Gramm feuchte Galle =

0,0420 » trockene » =

16 Tropfen.

Auch dieser Versuch ergibt eine Abnahme der Gallensecretion in Folge von Tetanus, die hier sich schon geltend macht in der Zeit des Tetanus selbst, noch stärker aber hervortritt in der Ruhe nach dem Tetanus, um dann wieder einem nachträglichen Ansteigen Platz zu machen.

Die Gallenmengen sind hier absolut noch grösser als im vorstehenden Versuche. In 50 Minuten wurden ausgeschieden

feuchte Galle 3,9094 Gramm.

trockene » 0,0678 »

Also in 4 Stunde:

feuchte Galle 4,69 Gramm.

trockene » 0,08 »

in 24 Stunden:

feuchte Galle 112,6 Gramm.

trockene » 1,9 »

1 Kilogramm Kaninchenleber

scheidet in 4 Stunde aus 151 Gramm feuchte Galle,

scheidet in 4 Stunde aus 2,2 Gramm trockene Galle.

1 Kilogramm Kaninchen

(984 Gramm, Rohgewicht zu Reingewicht wie 100 : 80) 4, 7 Gr. feuchte Galle,

(984 Gramm, Rohgewicht zu Reingewicht wie 100 : 80) 0,08 Gr. trockene Galle.

Rechnen wir die Gallensecretion nur nach den ersten 10 Minuten der Beobachtung, so berechnet sich für 24 Stunden die Ausscheidung:

feuchte Galle 150 Gramm.

trockene Galle 2,8 »

1 Kilogramm Kaninchen hätte dann ausgeschieden in 24 Stunden an feuchter Galle: 152,4 Gramm.

Die Trockenbestimmungen der Galle zeigen im Allgemeinen die bekannte Abnahme der festen Gallenbestandtheile mit der Dauer des Versuchs. Eine grössere Concentration der Galle im Tetanus konnte nicht constatirt werden.

Die Zusammensetzung der Galle in diesem Versuche war folgende:

I. Ruhe vor dem Tetanus:

1,88% feste Stoffe,
98,12% Wasser.

II. Tetanus:

1,79% feste Stoffe,
98,21% Wasser.

III. Ruhe nach dem Tetanus:

1,602% feste Stoffe,
98,398% Wasser.

IV. Ruhe nach dem Tetanus:

1,59% feste Stoffe,
98,41% Wasser.

V. Ruhe nach dem Tetanus:

1,64% feste Stoffe,
98,36% Wasser.

VI. Ruhe nach dem Tetanus:

1,37% feste Stoffe,
98,63% Wasser.

In einer späteren Portion derselben Galle, nachdem seit 1 1/2 Stunde die Galle ausgeflossen war, wurden die festen Stoffe ebenfalls bestimmt. Der Versuch ergab:

VII.

1,285% feste Stoffe,
98,715% Wasser.

Die Concentration der Galle nimmt sonach ziemlich stetig ab, jedoch sind die Concentrationsschwankungen ziemlich unbedeutend.

Versuch V.

Versuchsthier: Kaninchen.

Rohgewicht: 1100 Gramm.

Lebergewicht: 33 Gramm.

Die Operation gelang vollkommen gut.

Es wurden hier, wie bei Versuch I, die Zeiten für die Ausscheidung gleicher Gallenmengen beobachtet.

Die Gleichheit der Gallenmengen wurde primär durch die Tropfenzählung controlirt, hinterher wurden die Gallenmengen noch gewogen, Zählung und Wägung stimmten vollkommen überein, wie sich aus den angeführten Zahlenwerthen ergeben wird. Nur bei den letzten Einzelversuchen dieses Gesamtversuchs wurde das Tropfengewicht etwas geringer als im Anfang, was mit der oben constatirten Verminderung der Gallenconcentration im Laufe des Versuchs zusammenhängt.

Tropfenzählung.

Beginn des Versuchs 9 hor. 59' 49"

I. Ruhe vor dem Tetanus.

Tropfen	1		9 hor. 59' 48"
»	2		» 59' 40"
»	3		10 hor. 0' 8"
»	4		» 0' 57"
»	5		» 1' 3"
»	6		» 1' 34"
»	7		» 1' 54"
»	8		» 2' 49"
»	9		» 2' 46"
»	10		» 3' 45"

Die Leber producirt in der Ruhe vor dem Tetanus 10 Tropfen in 4' 26"

Die 10 Tropfen wogen feucht 0,427 Gramm.

II. Tetanus.

Tropfen	1		10 hor. 3' 44"
»	2		» 4' 45"
»	3		» 4' 40"
»	4		» 5' 0"
»	5		» 5' 32"
»	6		» 5' 58"
»	7		» 6' 27"
»	8		» 6' 54"
»	9		» 7' 30"
»	10		» 7' 54"

Die Leber producirt im Tetanus 10 Tropfen in 4' 36"

10 Tropfen wogen feucht 0,4300 Gramm.

Das Thier ist nach dem Tetanus wieder vollkommen munter.

III. Ruhe nach dem Tetanus.

Tropfen	1		10 hor. 8' 43"
»	2		» 9' 24"
»	3		» 10' 42"
»	4		» 12' 20"
»	5		» 13' 50"
»	6		» 14' 54"
»	7		» 16' 4"
»	8		» 17' 42"
»	9		» 19' 3"
»	10		» 19' 36"

Die Leber producirt in der Ruhe nach dem Tetanus 10 Tropfen in 11' 25".

Die 10 Tropfen wogen feucht 0,4358 Gramm.

IV. Ruhe nach dem Tetanus.

Tropfen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	hor.	19'	57"
»	2										»	20'	30"
»	3										»	20'	53"
»	4										»	21'	20"
»	5										»	21'	58"
»	6										»	22'	24"
»	7										»	23'	0"
»	8										»	23'	45"
»	9										»	24'	28"
»	10										»	24'	59"

Die Leber producirt in der Ruhe nach dem	
Tetanus 40 Tropfen Galle in	5' 23".
Die 40 Tropfen wogen 0,4458 Gramm.	

V. Ruhe nach dem Tetanus.

Tropfen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	40	hor.	25'	24"
»	2											»	25'	33"
»	3											»	26'	24"
»	4											»	26'	57"
»	5											»	27'	33"
»	6											»	28'	44"
»	7											»	28'	58"
»	8											»	29'	14"
»	9											»	29'	40"
»	10											»	30'	15"

Die Leber producirt in der Ruhe nach dem
Tetanus 40 Tropfen Galle in 5' 16"
Die 40 Tropfen wogen 0,4146 Gramm.

Der Versuch ergibt ein sehr deutliches Resultat.

Der Tetanus, der hier abweichend von den Versuchen Nr. 3 u. Nr. 4 ununterbrochen andauerte, hatte während seines Bestehens eine geringe Verminderung der Gallenabsonderung hervorgerufen, in der Ruhe nach dem Tetanus sehen wir aber die Zeit, in der die Vergleichsgallenmenge producirt wurde, fast um das Dreifache gestiegen, die Gallenmenge in der Zeiteinheit entsprechend vermindert. In der Folge steigt die Gallenproduction bis fast wieder zu der Höhe an, welche in der Ruhe vor dem Tetanus beobachtet wurde.

Der Versuch wurde noch weiter fortgesetzt, ohne dass noch einmal Tetanus eingeleitet worden wäre, um das schon in früheren Beobachtungen zu Tage getretene abermalige Absinken der Gallenausscheidung mit der Zeit des Versuches näher zu studiren.

Ohne die Zeiten für die einzelnen Tropfen anzugeben, stellen sich die hierbei gewonnenen Resultate folgendermassen.

Fortsetzung der Tabelle.

VI. Ruhe nach dem Tetanus:

40 Tropfen wurden producirt in 5' 52".

VII. Ruhe nach dem Tetanus:

40 Tropfen wurden producirt in 5' 47".

VIII. Ruhe nach dem Tetanus:

40 Tropfen wurden producirt in 6' 49".

IX. Ruhe nach dem Tetanus:

40 Tropfen wurden producirt in 7' 23".

X. Ruhe nach dem Tetanus:

40 Tropfen wurden producirt in 8' 5".

XI. Ruhe nach dem Tetanus:

40 Tropfen wurden producirt in 9' 44".

XII. Ruhe nach dem Tetanus:

40 Tropfen wurden producirt in 10' 28".

Der Versuch dauerte bis 11 hor. 23' 20" demnach im Ganzen: 1 Stunde 23 Minuten und 31 Secunden.

Dazu kommt noch eine Zeit von 3 Minuten zu Beginn des Versuchs, in welchen die Gallentropfen nicht gezählt wurden, sodass die Absonderung der Galle fast 1 1/2 Stunde beobachtet wurde.

Erst gegen Ende des Versuchs sehen wir die Gallenproduction stärker sinken, und sie erreicht noch nicht die Verminderung, welche wir künstlich durch das Einleiten des Tetanus der unteren Extremitäten hervorrufen konnten.

Das Abfallen der Gallenproduction ist dabei ein vollkommen stätiges, sodass das Versuchsergebnis, soweit es sich auf den Tetanus mit plötzlichem Absinken und Wiederansteigen bezieht, dadurch gesichert erscheint.

Je 40 Tropfen wogen	I	0,4270 Gramm.
---------------------	---	---------------

» » » »	II	0,4300 »
---------	----	----------

» » » »	III	0,4358 »
---------	-----	----------

» » » »	IV	0,4458 »
---------	----	----------

» » » »	V	0,4446 »
---------	---	----------

50 Tropfen wogen	2,4222 Gramm.
------------------	---------------

Das mittlere Gewicht von 40 Tropfen ist danach **0,42444** Gramm, wovon die einzelnen direct gewogenen Werthe nur äusserst minimal abweichen.

Die 50 Tropfen wurden ausgeschieden in 34 Minuten 6 Secunden. In 1 Stunde würde also abgesondert worden sein:

4,1 Gramm feuchte Galle,

in 24 Stunden:

98,4 Gramm feuchte Galle.

1 Kilogramm Kaninchenleber sonderte in 1 Stunde

feuchte Galle ab: **124** Gramm,

1 Kilogramm Kaninchen (800, Rohgewicht zu Rein-

gewicht 100 : 80), sonderte in 1 Stunde feuchte Galle ab: **4,9** »

Berücksichtigen wir nur die erste Beobachtung bei Muskelruhe, so würden in 24 Stunden von dem Beobachtungsthier ausgechieden worden sein feuchte Galle 165,6 Gramm, was für das Kilogramm Kaninchen noch steigen würde auf 188,2 Gramm.

Versuch VI.

Versuchsthier: Kaninchen, Männchen.

Rohgewicht: 1025 Gramm.

Lebergewicht : 32 Gramm.

Da in den vorstehenden Versuchen die Gallenproduction in der Ruhe vor dem Tetanus nur kurze Zeit hindurch beobachtet wurde, so scheint es zweckmässig, um die Constanz der Gallenproduction ohne Tetanus zu veranschaulichen, ein Beispiel anzuführen, in welchem dem Tetanus mehrere Beobachtungen der Gallenproduction in Ruhe vorausgehen. In diesem Versuche wurde das Gleichbleiben der Gallenproduction in der Ruhe in drei Einzelversuchen nachgewiesen.

Im Uebrigen ist der Versuch in der gleichen Weise angestellt, wie der vorausgehende Nr. V, in dem auch die Zeiten bestimmt wurden, in denen gleiche Gallenmengen producirt wurden. Die Bestimmung der Gallenmengen geschah wieder durch Tropfenzählung und Controle derselben durch Wägung. Auch die festen Stoffe der Galle wurden hierbei bestimmt.

Tropfenzählung.

Beginn des Versuchs 12 hor. 9' 0"

I. Ruhe vor dem Tetanus.

Tropfen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12 hor.	9'	0"
»	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	9'	24"
»	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	9'	58"
»	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	10'	4"
»	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	11'	36"
»	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	12'	14"
»	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	13'	6"
»	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	14'	0"
»	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	15'	9"
»	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	15'	56"

Die Leber producirt in der Ruhe vor dem
Tetanus 10 Tropfen in 6' 56".

Die 10 Tropfen wogen feucht 0,4345 Gramm.

Die 10 Tropfen wogen trocken 0,0084 Gramm.

II. Ruhe vor dem Tetanus:

Tropfen	1		12 hor.	16' 36"
»	2		»	17' 9"
»	3		»	18' 18"
»	4		»	19' 0"
»	5		»	19' 20"
»	6		»	19' 58"
»	7		»	20' 39"
»	8		»	21' 23"
»	9		»	21' 56"
»	10		»	22' 30"

Die Leber producirt in der Ruhe vor dem
Tetanus 10 Tropfen in 6' 34".

Die 10 Tropfen wogen feucht 0,4195 Gramm.

Die 10 Tropfen wogen trocken 0,0072 Gramm.

III. Ruhe vor dem Tetanus:

Tropfen	1		12 hor.	22' 59"
»	2		»	23' 30"
»	3		»	24' 1"
»	4		»	24' 41"
»	5		»	25' 21"
»	6		»	26' 0"
»	7		»	26' 49"
»	8		»	27' 24"
»	9		»	28' 4"
»	10		»	28' 33"

Die Leber producirt in der Ruhe vor dem
Tetanus 10 Tropfen in 6' 5"

IV. Tetanus.

Tropfen	1		12 hor.	29' 10"
»	2		»	29' 42"
»	3		»	30' 14"
»	4		»	30' 52"
»	5		»	31' 34"
»	6		»	32' 15"
»	7		»	33' 16"
»	8		»	34' 3"
»	9		»	34' 55"
»	10		»	35' 33"

Die Leber producirt im Tetanus 10 Tropfen
in 7' 0".

Die 10 Tropfen wogen feucht 0,4170 Gramm.

Die 10 Tropfen wogen trocken 0,0072 Gramm.

Das Thier ist nach dem Tetanus, der constant 7' angedauert hatte, sehr erschöpft.

V. Ruhe nach dem Tetanus:

Tropfen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12 hor.	36'	20"
»	2										»	37'	28"
»	3										»	38'	33"
»	4										»	39'	30"
»	5										»	40'	18"
»	6										»	41'	17"
»	7										»	?	?
»	8										»	42'	42"
»	9										»	43'	20"
»	10										»	44'	19"

Die Leber producirt in der Ruhe nach dem

Tetanus 10 Tropfen in 8' 46".

Die 10 Tropfen wogen feucht 0,4956 Gramm.

Die 10 Tropfen wogen trocken 0,0075 Gramm.

VI. Ruhe nach dem Tetanus.

Tropfen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12 hor.	45'	0"
»	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	45'	57"
»	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	46'	54"
»	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	47'	42"
»	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	48'	48"
»	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	49'	50"
»	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	50'	54"
»	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	51'	40"
»	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	53'	24"
»	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»	54'	40"

Die Leber producirte in der Ruhe nach dem

Tetanus 10 Tropfen in 10' 31".

Die 10 Tropfen wogen feucht 0,4200 Gramm.

Die 10 Tropfen wogen trocken 0,0065 Gramm.

VII. Ruhe nach dem Tetanus.

Tropfen	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	hor.	55'	45"
»	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»		56'	42"
»	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»		57'	54"
»	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»		58'	57"
»	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»		59'	58"
»	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	hor.	0'	57"
»	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»		1'	44"
»	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»		2'	30"
»	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»		3'	28"
»	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	»		4'	30"

Die Leber producirt in der Ruhe nach dem

Tetanus 10 Tropfen in 9" 50".

Die 40 Tropfen wogen feucht 0,4199 Gramm.

Die 10 Tropfen wogen trocken 0,0070 Gramm.

Ende des Versuchs 4 hor. 4' 30".

Der Versuch zeigt den stes beobachteten Verlauf.

In der Ruhe vor dem Tetanus sehen wir die Gallenproduction in der Zeit ziemlich gleichmässig vor sich gehen, in den drei Beobachtungen steigt sie sogar im Anfang, was auch sonst mehrmals beobachtet wurde, langsam an. Während des Tetanus beginnt sie zu sinken und setzt das Sinken in gesteigertem Maasse in der Ruhe nach dem Tetanus fort, um schliesslich wieder anzusteigen.

Das Ansteigen erreicht, den veränderten Versuchsbedingungen entsprechend, in diesem Versuch nicht den Grad, wie in dem letztvorausgehenden. Hier ging dem Tetanus eine längere Versuchszeit vorher, unter der das Thiere natürlich schon litt, und überdiess musste wegen der im Allgemeinen langsamen Gallenproduction der Tetanus eine lange Zeit, 7 Minuten, ununterbrochen andauern, wodurch das Thier noch weiter erschöpft werden musste. Trotzdem ist auch hier das Wiederansteigen der Gallenproduction nach der Verminderung durch den Tetanus ersichtlich.

Der Versuch hatte 1 Stunde und 4 Minuten gedauert.

Es wurden auch hier noch länger fort die Tropfen gezählt. Es ergab sich auch hier wie im Versuch V nach dem Ansteigen in Nr. VII ein erneuertes Absinken der Gallenproduction, was mit der zunehmenden Erschöpfung des Thieres Hand in Hand ging.

10 Tropfen wurden producirt VIII in 10' 23"

» » » » IX » 13' 32"

» » » » X » 14' 14"

Auch hier wurden die festen Bestandtheile der Gallenportionen bestimmt und mit der Zusammensetzung der Blasengalle verglichen.

1. Blasengalle:

festе Stoffe . . . 7,9⁰/₀

Wasser . . . 92,1⁰/₀.

2. Galle in Ruhe vor dem Tetanus:

festе Stoffe . . . 4,8⁰/₀

Wasser . . . 98,2⁰/₀.

3. Galle im Tetanus:

festе Stoffe . . . 4,7⁰/₀

Wasser . . . 98,3⁰/₀.

4. Galle in Ruhe nach dem Tetanus, Nr. IX:

festе Stoffe . . . 4,4⁰/₀

Wasser . . . 98,6⁰/₀.

Die festen Bestandtheile nehmen sonach auch hier mit der Versuchsdauer ab. Sehr auffallend documentirt sich der Unterschied in der Concentration der Blasengalle und der aus der temporären Fistel gesammelten Galle. Erstere ist um mehr als das 4-fache concentrirter als letztere, eine alt gewohnte Beobachtung.

Die Gallenproduction im Verlaufe der 1. Stunde des Versuchs, wenn wir für die nicht gewogene Gallenmenge bei Nr. III die Mittelzahl einsetzen, ist:

2,94 Gramm.

Auf 24 Stunden rechnen sich also bei Ruhe und Tetanus:

7,05 Gramm.

1 Kilogramm Leber	secernirte Galle in 1 Stunde:	92 Gramm
1 » Kaninchen	(Reingewicht = 820):	3,5 »
1 » »	in 24 Stunden: . . .	84 »

Halten wir uns nur an die beiden ersten Beobachtungen bei Muskelruhe, so secernirte das Versuchsthier in 24 Stunden 90,48 Gramm feuchte Galle, 1 Kilogramm Kaninchen also in 24 Stunden:

110,3 Gramms feuchte Galle.

Auch bei diesem Versuche stimmt die Zählung der Tropfen mit dem Gewichte derselben sehr scharf überein. Das Mittelgewicht für 10 Tropfen ist:

0,4206 Gramm.

Die Unterschiede fallen in die Fehlergrenzen derartiger Versuche.

Damit beschliessen wir die Versuchsvorführung dieses Paragraphen.

Es sei nur noch erwähnt, dass Unregelmässigkeiten in der Gallenausscheidung aus den temporären Fisteln nur nach stärkeren Blutungen beobachtet wurden, welche die Gallenproduction zuerst inconstant machen und dann ganz aufhören lassen.

Durch Einspritzen von Flüssigkeit in das Venensystem konnte, wie schon erwähnt, die nach Blutverlust cessirende Gallenausscheidung wieder angeregt werden, ein Versuch, der in der Folge noch Erwähnung finden soll¹⁾.

Resultat:

Der veränderten Blutvertheilung durch den Muskeltetanus entspricht eine Veränderung in der Thätigkeit der Leber.

Während die mehr arbeitenden Muskeln mehr Blut erhalten, arbeitet die Leber, für welche nun entsprechend weniger Blut disponibel ist, weniger.

Die Verminderung der Blutmasse in den Eingeweiden durch den Tetanus wirkt ganz in dem Sinne einer allgemeinen Blutverminderung, welche die Gallenproduction vermindert, resp. aufhören macht. (cf. Anhang).

§. 3.

Versuche über Harnabsonderung bei Hunden bei Tetanus und Muskelruhe.

Die Harnbestimmungen wurden in analoger Weise angestellt wie die Gallenbestimmungen.

Die Röhre war in den einen der beiden Ureter eingebunden, während der andere an dem Nierenbecken abgeklemmt war.

¹⁾ Cap. VII. §. 2.

Der Tetanus war constant und auf die unteren Extremitäten beschränkt.

Die folgenden Versuche wurden an zwei Hunden angestellt, von denen der erste 6044 Gramm wog, seine Nieren 20 und 24 Gramm. Der zweite wog 42490 Gramm.

Gesamt-Versuch I.

Versuchsthier: kleinerer Hund.

Es wurden, wie bei der Galle, die Tropfen gezählt, die aus der Canüle ausflossen.

Versuch I.

Tropfenzählung.

I. Ruhe vor dem Tetanus, 10 Tropfen fallen in:	6' 30"
II. Tetanus, ... » » » »	14' 30"
III. Ruhe nach dem Tetanus, » » » »	10' 15"
IV. Ruhe » » » » » » » »	7' 5"
V. Ruhe » » » » » » » »	5' 35"
VI. Ruhe » » » » » » » »	4' 2"
VII. Ruhe » » » » » » » »	4' 58".

Der Versuch ergibt ein sehr deutliches Resultat.

Die Harnproduction **sinkt** während des Tetanus und unmittelbar nachher sehr bedeutend, erreicht aber in der weiteren Folge nicht nur die alte Höhe wieder, sondern zeigt sogar eine deutliche **Steigerung**.

Versuch II und III.

Tropfenzählung.

I. Ruhe vor dem Tetanus, 10 Tropfen fallen in:	4' 27"
II. Ruhe » » » » » » » »	4' 33"
III. Ruhe » » » » » » » »	4' 43"
IV. Tetanus II. » » » »	4' 37"
V. Ruhe nach dem Tetanus, » » » »	6' 17"
VI. Ruhe » » » » » » » »	5' 35"
VII. Ruhe » » » » » » » »	4' 58"
VIII. Ruhe » » » » » » » »	4' 35"
IX. Tetanus III. » » » »	4' 35"
X. Ruhe nach dem Tetanus, » » » »	7' 20"
XI. Ruhe » » » » » » » »	5' 42"
XII. Ruhe » » » » » » » »	4' 43"
XIII. Ruhe » » » » » » » »	3' 45"
XIV. Ruhe » » » » » » » »	3' 2"
XV. Ruhe » » » » » » » »	1' 38"
XVI. Ruhe » » » » » » » »	3' 40"
XVII. Ruhe » » » » » » » »	4' 40"

Die Versuche II und III bestätigen das Resultat des Versuches I vollkommen.

In die Periode der auf das primäre Herabsinken der Harnproduction nach dem Tetanus folgenden Steigerung derselben fallen die neuen Muskelreizungen II und III. Sie bewirken primär eine deutliche Verminderung der Harnausscheidung, die von einer secundären Steigerung gefolgt ist, die in Versuch Nr. III (Beobachtung XV) die grösste Höhe erreicht. Der Versuch ergibt weiter, dass nach der Steigerung die Harnproduction wieder abnimmt, ohne sogleich ihren niedrigen Stand vor dem Tetanus wieder zu erreichen.

Die Operation war an diesem Thiere sehr vollkommen geglückt. Der Tetanus schwächte das Thier nicht merklich.

Versuch IV.

An dem grösseren Hunde.

Tropfenzählung.

I. Ruhe vor dem Tetanus, 40 Tropfen fallen in:	5' 15"
II. Ruhe » » » » » » » »	5' 0"
III. Ruhe » » » » » » » »	5' 3"
IV. Tetanus » » » »	6' 10"
V. Ruhe nach dem Tetanus » » » »	7' 45"
VI. Ruhe » » » » » » » »	8' 8"
VII. Ruhe » » » » » » » »	5' 47"
VIII. Ruhe » » » » » » » »	5' 25"

Hier wurde nicht weiter beobachtet, so dass die Steigerung nicht mehr zur Erscheinung kommt.

Nach dem Versuche trat eine zuerst unbeachtet gebliebene Wundblutung ein, worauf die Harnsecretion in beiden Nieren vollkommen aufhörte.

Durch Einspritzung von warmer Kochsalzlösung von 10/0 kam die Nierenabsonderung zurück, der Harn wurde eiweisshaltig.

Das Resultat der Einspritzung der Kochsalzlösung spricht sich in folgenden Tropfenzählungen aus.

Versuch.

Veränderung der Nierenausscheidung durch Einspritzung von warmer Kochsalzlösung.

I. Einspritzung von 100 ^{cc} Kochsalzlösung 3 hor.	25' 45"
Tropfen 1 »	26' 25"
» 2 »	— 45"
» 3 »	— 46"
» 4 »	27' 16"
» 5 »	— 28"
» 6 »	— 40"
» 7 »	— 50"
» 8 »	28' —
» 9 »	— —
» 10 »	— —
» 11 »	— —
» 12 »	— —

Tropfen	13		3 hor.	—	—	
»	14		»	—	—	
»	15		»	29'	45"	
»	16		»	—	30"	
»	17		»	—	45"	
»	18		»	—	58"	
»	19		»	30'	4"	
»	20		»	—	45"	
»	21		»	—	30"	
»	22		»	—	55"	
»	23		»	34'	42"	
»	24		»	—	20"	
»	25		»	—	50"	
»	26		»	—	54"	
»	27		»	32'	42"	
»	28		»	—	33"	
»	29		»	—	54"	
»	30		»	33'	40"	
»	31		»	—	44"	Das Thier macht freiwillige Be- wegungen.
»	32		»	—	42"	
»	33		»	—	30"	
»	34		»	—	45"	
»	35		»	34'	40"	
»	36		»	—	30"	
»	37		»	—	50"	
»	38		»	35'	3"	
»	39		»	—	45"	
»	40		»	—	58"	
»	41		»	36'	45"	
»	42		»	—	30"	
»	43		»	—	50"	
»	44		»	37'	45"	
»	45		»	38'	44"	
»	46		»	39'	5"	

Die Wirkung der Einspritzung macht sich hier schon [in der 1. Minute geltend, sie nimmt noch bis zur 3. Minute zu, von hier sinkt sie langsam, so dass sich für mehrere Minuten eine ziemliche Regelmässigkeit der Ausscheidung einstellt, dann erfolgt das weitere Sinken rascher.

Andere Reihen ergaben ein analoges Resultat, die Hauptsteigerung scheint ziemlich regelmässig auf die dritte Minute nach der Einspritzung zu fallen:

Die vorstehende Tabelle kann auch dazu dienen, um die Wirkung der freiwilligen, allgemeinen Muskelbewegung auf die Harnausscheidung zu demonstrieren.

Es werden danach durch äusseren Druck der Muskeln auf die Niere und das Nierenbecken einige Tropfen Harn rasch hervorgepresst (Tropfen 30, 31, 32), dann geht die Harnausscheidung regelmässig weiter.

Dasselbe ist bei der Gallenausscheidung der Fall, auch hier wird durch Pressung auf die Leber mehr Galle ausgedrückt. Stets muss also eine solche vermieden werden, um das Resultat der Verminderung der Drüsen-thätigkeit durch den Tetanus demonstrieren zu können. Das ist einer der Gründe, warum die Gedärme nicht in den Bauch zurückgebracht werden dürfen, warum es unstatthaft ist, die Bauchdecken nach Anlegung der temporären Fistel wieder zu verschliessen.

Deutlich drückt bei Kaninchen das Schreien momentan mehr Galle aus, durch Herabdrücken des Zwerchfells.

Selbstverständlich darf die Leber nicht selbst von der electricischen Reizung getroffen werden (PFLÜGER).

Während der Muskelthätigkeit steigt in der Nierenarterie der Kaninchen der Blutdruck.

Resultat.

Analog der Leberthätigkeit verhält sich die Nierenthätigkeit unter dem Einfluss des Muskeltetanus.

Auch hier ist die nächste Folge der gesteigerten Blutzufuhr zu den Muskeln und dadurch Verminderung der Blutmenge in den Eingeweiden, eine **Herabsetzung der Drüsen-thätigkeit**, die sich hier aber nach Sistiren der Muskelcontraction nicht allein wieder zu ihrer vorigen Höhe erhebt, sondern eine nicht unbedeutende **Steigerung** zurück lässt.

Die locale Verminderung der Blutmenge in den Eingeweiden bei Muskeltetanus wirkt auch auf die Niere wie auf die Leber primär einem allgemeinen Blutverluste gleich, auch dieser vermindert, resp. sistirt die Harnausscheidung.

Das **Gesamttresultat** dieses Capitels kann danach formulirt werden:

Eine gesteigerte Thätigkeit der Muskeln setzt den Stoffumsatz in dem Drüsenapparat herab.

Damit ist der nach den Ergebnissen der Bestimmung der Blutvertheilung bei Ruhe und Tetanus postulierte

Thätigkeitswechsel der Organe direct bewiesen.

Die noch folgenden Untersuchungen des II. Abschnitts sind der Functionirung besonders wichtiger Organe bei Muskelruhe gewidmet und ihrem Antheil an dem Gesamtstoffwechsel.

Da wir nun die Veränderungen, die während der Muskelthätigkeit im Stoffwechsel der Organe eintreten, näher kennen gelernt haben, so werden auch sie uns zur Erweiterung unserer Anschauungen in der angeregten Richtung beitragen.

Capitel VI.

Die Betheiligung der Drüsen und des ruhenden Bewegungsapparates an der Kohlensäureproduction (Respiration) der Frösche.

Vom **Verfasser** und Dr. L. Puille.

§. 1.

Methode.

Wir können unsere Behauptung, dass sich die Organe je nach ihrem Blutreichthum am Gesamtstoffwechsel betheiligen, weiter prüfen, indem wir ihren Einfluss auf die Stoffwechselgrösse zum directen Gegenstand unserer Untersuchung machen.

Es scheint möglich zu sein, den Antheil, welchen die einzelnen Organe an dem Gesamtstoffwechsel nehmen, durch Ausschluss dieser Organe aus dem lebenden Körper zu bestimmen.

Hat man zuerst, bei sonst gleichen Bedingungen, die Grösse des Stoffwechsels festgestellt am Gesammtthier, schliesst dann durch Operation ein bestimmtes Organ vollkommen aus und beobachtet nun wieder die Grösse der Stoffausscheidung, so kann man aus der eintretenden Verminderung desselben auf die grössere oder geringere Betheiligung des betreffenden Organs an dem allgemeinen Stoffumsatz rechnen.

Um diesen Versuchsplan zu realisiren, hätte man die Leber auszuschneiden oder einen grösseren oder geringeren Theil des Bewegungsapparates durch Operation zu entfernen und vor und nach der Operation die Ausscheidungen des Organismus zu bestimmen. Man würde daraus den Antheil finden, mit welchem sich ein bestimmtes Gewicht der Leber oder des Bewegungsapparates an der Production der Gesamtausscheidungsproducte des Organismus theiligt.

Diese Versuche haben zunächst eine Aussicht auf Erfolg nur bei Kaltblütern, Fröschen, welche auf derartige operative Eingriffe wenig durch Veränderung ihres Allgemeinbefindens reagieren.

Es wurden an Fröschen einige derartige Versuche angestellt, um Etwas über die Betheiligung des Bewegungsapparates und des Drüsenapparates an dem Gesamtstoffwechsel zu erfahren.

Zu diesem Zwecke wurde die Kohlensäureabgabe der Frösche vor und nach der Operation bestimmt, da wir die Kohlensäureproduction ebenso wie die Harnstoffausscheidung als Mass des Stoffwechsels betrachten dürfen.

Die Kohlensäurebestimmung wurde mit einem kleinen **Respirationsapparat** ausgeführt, der sie auf die einfachste Weise vollkommen exact gestattete.

Das Princip ist folgendes. Mit einer kleinen doppelten PETTENKOFER'schen Quecksilberpumpe mit Quecksilberventilen, die durch einen Hebel mit der Hand in Bewegung gesetzt wurde, wurde die Luft durch den sonst nur aus Glas und Kautschuk gebauten luftdicht schliessenden Apparat gesaugt.

Der Unterstützungspunkt des Hebels war in seiner Mitte, an beiden Enden waren die Glasylinder (Pumpen) aufgehängt, soweit beschwert, dass sie durch ihre eigene Schwere wieder in das Verschlussquecksilber zurücksanken, in dem sie sich durch Heben oder Niederdrücken des Hebels gehoben hatten. Da der Hebel nur eine beschränkte Beweglichkeit besass, so konnte die Hubhöhe der Einzelpumpen durch Verkürzung oder Verlängerung ihrer Aufhängung an drei Hebelarmen sehr einfach und vollkommen genau regulirt werden. Die Hebelbewegung wurde in gleichmässigem Tempo ausgeführt.

Die in den Apparat eingesaugte Luft wurde durch Schwefelsäure und Kali zuerst von ihrem Wasser und ihrer Kohlensäure befreit.

Die von den Versuchsthieren producirt Kohlensäure wurde entweder in Barytwasser oder in Kali aufgefangen.

Es wurde auch das abgegebene Wasser bestimmt. Da die Luft den Thieren trocken zukam, so wurde in ihren Athemraum ein tarirtes Wassergefäss gestellt, das nach dem Versuch nachgewogen wurde. Es wurde auf diese Weise eine messbare Wassermenge der getrockneten Luft ertheilt.

Das Charakteristische an dem kleinen Apparate ist die Einrichtung des Athemraumes.

Dieser bestand aus zwei auseinandernehmbaren Theilen, deren Volumen genau bestimmt war: zwei Glasglocken durch eine weite Glasröhre mit einander verbunden.

Ehe der Versuch selbst begann, wurde zu dem Vorversuche der ganze Apparat zusammengestellt mit Ausnahme des Theils des Athemraumes, in welchen die Versuchsthier kommen sollten. Nun wurde ausgepumpt und auf diese Weise der Kohlensäure- und Wassergehalt der Luft bestimmt in dem Volum, welcher in dem abnehmbaren Theile des Athemraumes sich befand.

Nach dieser Bestimmung wurden in den anderen Theil des Athemraumes die Frösche gebracht, beide Theile desselben verbunden, nachdem der ausgepumpte Theil mit frischer Luft gefüllt war. Der primäre Gehalt der Luft im ganzen Athemraume an Kohlensäure und Wasser konnte nun aus dem bekannten Volum gerechnet werden, von dem nur noch das Volum der Frösche abgezogen werden musste, das sich aus ihrem absoluten und specifischen Gewichte einfach ergab.

Analog wurde nach Beendigung des Hauptversuchs ein Nachversuch an- gestellt. Der Theil des Athemraums mit den Fröschen wurde ausgeschaltet und nun die in dem zweiten Theile des Athemraumes befindliche Luft auf ihren

Gehalt an Kohlensäure und Wasser geprüft und davon auf die Luft des ganzen Athemraums gerechnet.

Dadurch erhalten diese Versuche eine vollkommene Genauigkeit, ohne dass das ein- und ausströmende Luftquantum gemessen werden musste, wie bei den v. PETTENKOFER'schen Apparaten.

Es ist möglich mit diesem einfachen Apparate nach der v. PETTENKOFER'schen Methode Bestimmungen über die Sauerstoffaufnahme der Thiere zu machen.

Die folgenden Versuche beschränken sich auf Kohlensäurebestimmungen.

Die Gewichts-differenzen der Frösche, aus welchen man nach v. PETTENKOFER auf die Sauerstoffaufnahme zu schliessen hat, müssen bei den kleinen Werthen, um die es sich handelt, auf einer feinen chemischen Wage bestimmt werden, was wegen des relativ grossen hier in Frage kommenden Gewichtes der Frösche mit ihrem Behälter der Natur der Sache nach nicht angeht.

Um einen Einblick in die Genauigkeit der Versuche und ihre Fehlergrenzen zu gewähren, sollen zuerst zwei Controlversuche mitgetheilt werden, eine Kohlensäure- und eine Wasserbestimmung.

Sie bedürfen keiner weiteren Erklärung.

Die Kohlensäure wurde aus trockenem, wasserfreiem, kohlensaurem Natron im Apparate in gebräuchlicher Weise nach FRESSENIUS entwickelt.

Controlversuche mit dem Athemapparat.

I.

Kohlensäurebestimmung.

Verwendet: 0,3833 Gramm trockenes, wasserfreies, kohlensaueres Natron mit 41,5% CO_2 berechnet:

0,4594 Gramm CO_2 .

I. Nach 5 Minuten Auspumpen waren erhalten:

0,4527 Gramm CO_2 =

39,84%

Differenz — 1,7%.

Nach 5 Minuten ist sonach noch nicht alle Kohlensäure erhalten.

II. Nach 10 Minuten Pumpen waren erhalten weiter:

0,0080 Gramm CO_2

+ 0,4527 » » =

41,7% bestimmt!

III. Nach weiteren 5 Minuten Zunahme an Kohlensäure:

+ 0,0427 — 0,0427 = 0.

IV. Nach weiteren 5 Minuten Zunahme an Kohlensäure:

+ 0,0400 — 0,0400 = 0.

Der Versuch ergibt, dass nach 10 Minuten aus dem Apparate 15 Centi-

gramme Kohlensäure vollkommen ausgepumpt sind, und dass die Bestimmung mit der Berechnung eine Differenz von:

$$+ 0,2\% = 0$$

ergibt.

Nr. III und IV ergaben, dass der Apparat absolut dicht ist.

II.

Wasserbestimmung.

1. Wasserbestimmung.

Das Wassergefäß wog

vor dem Versuch	40,4800
nach dem Versuch	40,4335

Wasser verdunstet 0,0465 Gramm.

Davon wurden aufgefangen

in Schwefelsäureapparat Nr. 1	0,0461
in Schwefelsäureapparat Nr. 2	0,0005

Wasserbestimmung 0,0466 Gramm.

Differenz: **0,0001** Gramm = 0!

2. Wasserbestimmung.

Das Wassergefäß wog

vor dem Versuch	40,4335
nach dem Versuch	40,0905

Wasser verdunstet 0,0430 Gramm.

Davon wurden aufgefangen

in Schwefelsäureapparat Nr. I	0,0432
in Schwefelsäureapparat Nr. II	0,0000

Wasserbestimmung 0,0432 Gramm.

Differenz: **0,0002** Gramm = 0!

Die vorstehenden Versuche erweisen die vollkommene Brauchbarkeit der eingeschlagenen Methode zu sehr feinen Bestimmungen. Die mit ihrer Hülfe gewonnenen Resultate verdienen unser volles Zutrauen.

Im Folgenden stehen drei vollkommen gelungene Beobachtungen, bei welchen die Versuchsthiere durch die Operation in ihrem äusserlichen Befinden keine erkennbare Veränderung zeigten. Bei Versuch Nr. III erschienen sie nach der Operation sogar lebhafter als vorher, was den Muskelstoffwechsel erhöhte.

§. 2.

Versuche.

Respirationsversuch Nr. I.

1.

Versuchsthiere: 2 Froschmännchen.

Versuchsdauer 4 hor. 0'.

Gewicht vor dem Versuch: 97,87.

Kohlensäureausscheidung der 2 Frösche mit Beinen:
in 4 hor. = 0,0555 Gramm Kohlensäure.

2.

Versuchsthiere: die gleichen 2 Froschmännchen ohne Hinterbeine.

Versuchsdauer 4 hor. 0'.

Gewicht vor dem Versuch . . . 67,70 Gramm

Die abgeschnittenen Beine wogen . . . 33,07 »

Kohlensäureausscheidung der 2 Frösche ohne Beine:
in 4 hor. = 0,0444 Gramm Kohlensäure.

Den abgeschnittenen 33,07 Gramm vom Froschbewegungsapparat entsprechend wurden in dem 2. Theil des Versuchs weniger ausgeschieden:

1. Versuchsstunde 0,0555 Gramm

2. Versuchsstunde 0,0444 »

Differenz = — 0,0111 Gramm Kohlensäure.

33,07 Gramm Bewegungsapparat des Frosches betheiligen sich sonach an der Kohlensäureausscheidung des Gesamttieres in 4 Stunde mit:

0,0111 Gramm.

Der gesammte Drüsenapparat der beiden Frösche wog:

9,8 Gramm

= 10% des Körpergewichts.

Der gesammte Bewegungsapparat wog:

88,07 Gramm

= 90% des Körpergewichts.

Da nun 33,07 Gramm Bewegungsapparat sich mit 0,0111 Gramm Kohlensäure an der Gesamtausscheidung betheiligten, so lässt sich die Gesamtbetheiligung des ganzen Bewegungsapparates in 4 Stunde danach berechnen:

$$33,07 : 0,0111 = 88,07 : X$$

$$X = 0,0296 \text{ Gramm Kohlensäure.}$$

Die Gesamtfrosche lieferten in 4 Stunde	0,0555 Gramm
---	--------------

Der Bewegungsapparat derselben » » »	0,0296 »
--------------------------------------	----------

Es bleibt für den Drüsenapparat	0,0259 Gramm.
---	---------------

Setzen wir die Gesamtkohlensäureproduction in 1 Stunde = 100, so lieferte

der Bewegungsapparat	53,3%
der Drüsenapparat . .	46,7%
Summa	100,0.

Respirationsversuch Nr. II.

1.

Versuchsthiere: 2 Froschmännchen.

Versuchsdauer: 1 hor. 0'.

Gewicht vor dem Versuch: 75,44 Gramm.

Kohlensäureausscheidung der 2 Frösche mit Beinen:
in 1 hor. = 0,0153 Gramm Kohlensäure.

2.

Versuchsthier: die 2 gleichen Froschmännchen ohne Hinterbeine.

Versuchsdauer: 1 hor. 0'.

Gewicht vor dem Versuch . . . 49,44 Gramm

Die Beine wogen 26,00 »

Kohlensäureausscheidung der 2 Frösche ohne Beine:
in 1 hor. = 0,0121 Gramm Kohlensäure.

Den abgeschnittenen 26 Gramm vom Bewegungsapparat entsprechend wurde in dem 2. Theile des Versuchs weniger ausgeschieden:

1. Versuchsstunde 0,0153 Gramm

2. Versuchsstunde 0,0121 »

Differenz = — 0,0032 Gramm Kohlensäure.

26 Gramm Bewegungsapparat beteiligten sich sonach an der Kohlensäureausscheidung des Gesamthieres in 1 Stunde mit:

0,0032 Gramm.

Der gesammte Drüsenapparat der beiden Frösche wog:

44,44 Gramm

= 15,0% des Körpergewichts.

Der gesammte Bewegungsapparat wog:

64,03 Gramm

= 85,0% des Körpergewichts.

$26 : 0,0032 = 64,03 : X$

$X = 0,0085$ Gramm Kohlensäure.

Die Gesamtfrosche lieferten in 1 Stunde 0,0153 Gramm

Der Bewegungsapparat derselben . . . 0,0085 »

Es bleibt für den Drüsenapparat . . . 0,0068 Gramm.

Setzen wir die Gesamtkohlensäureproduction in 1 Stunde = 100, so lieferte

der Bewegungsapparat	55,55%
der Drüsenapparat . . .	44,45%
Summa	100,00.

Respirationsversuch Nr. 3.

Kohlensäurebestimmung mit Barytwasser.

1.

Versuchsthiere: 2 Froschmännchen.

Versuchsdauer: 1 hor. 0'.

Gewicht vor dem Versuch: 84,4 Gramm.

Kohlensäureausscheidung der 2 Frösche mit Beinen:
in 1 hor. = 0,0260 Gramm Kohlensäure.

2.

Versuchsthiere: die 2 gleichen Frösche nach Verlust von je 1 Hinterbein.

Versuchsdauer: 1 hor. 0'.

Gewicht vor dem Versuch . . . 64,4 Gramm

Die abgeschnittenen Beine wogen . 17,3 »

Kohlensäureausscheidung der 2 Frösche ohne Beine:
in 1 hor. = 0,0220 Gramm Kohlensäure.

Den abgeschnittenen 17,3 Gramm des Bewegungsapparates entsprechend wurden in dem 2. Theil des Versuchs weniger ausgeschieden:

1. Versuchsstunde 0,0260 Gramm

2. Versuchsstunde 0,0220 »

Differenz — 0,0040 Gramm Kohlensäure.

17,3 Gramm vom Bewegungsapparat betheiligten sich sonach an der Gesamtrespiration in 1 Stunde mit:

0,0040 Gramm.

Der gesammte Drüsenapparat der beiden Frösche wog:

7,2 Gramm

= 8,8% des Körpergewichts.

Der gesammte Bewegungsapparat wog:

74,2 Gramm

= 94,2% des Körpergewichts.

$17,3 : 0,004 = 74,2 : X$

X = 0,0170 Gramm Kohlensäure.

Die Gesammtfrösche lieferten in 1 Stunde 0,0260 Gramm

Die Bewegungsapparate derselben . . . 0,0170 »

Es bleibt für den Drüsenapparat . . . 0,0090 Gramm.

Setzen wir die Gesamtkohlensäureproduction in 1 Stunde = 100, so lieferte:

der Bewegungsapparat **65,0%**
 der Drüsenapparat . . **35,0%**

Summa 100,00.

Zur leichteren Uebersicht stellen wir die Hauptresultate der Versuche in folgender Tabelle neben einander.

Tabelle XIX.

Ueber die Betheiligung des Bewegungsapparates an der Respiration der Frösche.

Versuchs- Numer.	Bewegungsapparat		Drüsenapparat		Kohlensäureausscheidung des:			
	Grammen.	in Procenten des Körper- gewichts.	Grammen.	in Procenten des Körper- gewichts.	Bewegungsapparats	Drüsenapparats	Bewegungsapparats	Drüsenapparats
					Grammen.	in Procenten der Gesamt- CO ₂ -Aus- scheidung.	Grammen.	in Procenten der Gesamt- CO ₂ -Aus- scheidung.
1.	88,07	90,0%	9,80	10,0%	0,0296	53,3%	0,0296	46,7%
2.	64,03	85,0%	11,41	15,0%	0,0085	55,55%	0,0068	44,45%
3.	74,2	91,2%	7,2	8,8%	0,0170	65,0%	0,0090	35,0%
Im Mittel:		89,0%		11,0%		60,0%		40,0%

Das Resultat entspricht im Allgemeinen unseren Erwartungen.

Der **Drüsenapparat der Frösche**, welcher nur

11% des Körpergewichts

beträgt, betheiligt sich an dem Gesamtstoffwechsel, gemessen an der Kohlensäureausscheidung, im Mittel aus unseren Beobachtungen, mit

40%!

also fast 4mal (3,64mal) stärker, als sich nach seinem Gewichte erwarten liesse.

Der **Bewegungsapparat**, welcher

89% des Körpergewichts

ausmacht, betheiligt sich an der Kohlensäureausscheidung dagegen nur mit

60%,

also mit weniger, als sich aus seinem absoluten Gewichte hätte erwarten lassen. Setzen wir letzteres = 1, so beträgt seine Betheiligung an der Respiration nur

0,674 etwa $\frac{2}{3}$!

der daraus erwarteten.

Setzen wir die Betheiligung des Bewegungsapparates an der Kohlensäureausscheidung im Verhältniss zu seinem Körpergewicht ($= 0,674$) $= 1$, so verhält sich die Betheiligung des Drüsenapparates an derselben Function im Verhältnisse zu ihrem Gewichte ($= 3,64$) wie

$$1 : 5,4,$$

d. h. der **Drüsenapparat** der Frösche betheiligt sich **5,4 Mal stärker** an der Kohlensäureproduction $=$ Stoffwechsel, als der **Bewegungsapparat**.

Dieses Resultat stimmt mit den Beobachtungen über den Blutgehalt der verschiedenen Organsysteme gut überein.

Nach den Bestimmungen des Capitel III. §. 2. vertheilt sich die Blutmenge bei geruhten Fröschen im Körper in der Art, dass 34% derselben im Bewegungsapparat, also 69% im Drüsen- und Blutleitungsapparate sich befinden.

Bei Kaninchen hatten wir $\frac{1}{4}$ der Blutmenge für die grossen Blutgefässe, für den Blutleitungsapparat abzurechnen, als sich nicht direct an dem Stoffwechsel betheiliegend, bei Fröschen ist diese Blutmenge im Verhältniss ziemlich viel bedeutender, wie sich schon aus der Vergleichung der Blutmenge des diastolischen Herzens bei Fröschen und Kaninchen ergibt (Cap. III. §. 5. IV.) Das Froschherz allein enthält bis zu $47,2\%$ der Gesamtblutmenge. Wir haben sonach wenigstens $\frac{1}{3}$ der Gesamtblutmenge bei Fröschen als am Stoffwechsel der Organe momentan nicht betheiligt abzurechnen.

Es würde sich dann das Blut etwa zu halb und halb in die Drüsen und den Bewegungsapparat theilen, und wir sehen in Wahrheit in Versuch 4 und 2 vorstehender Tabelle diese beiden Hauptorgangruppen sich etwa in gleichem Maasse an dem Stoffwechsel betheiligen.

So gewähren uns diese Versuche eine gewünschte Bestätigung unserer Voraussetzung, dass der absolute Blutgehalt ein Maass für den Organstoffwechsel sei.

Die directen Resultate sind folgende:

Resultate.

An der Kohlensäure-Respirationsausscheidung $=$ Stoffwechsel der **ruhenden** Frösche betheiligt sich nach den vorstehenden Bestimmungen der **Bewegungsapparat** im Minimum mit $53,3\%$, im Maximum mit $65,0\%$, der **Drüsenapparat** im Minimum mit $35,0\%$, im Maximum mit $46,7\%$.

Bei **ruhenden** Fröschen vertheilt sich also der Stoffwechsel auf Drüsen und Blutleitungsapparate etwa **zu halb und halb**, obwohl der Drüsenapparat nur 11% , der Bewegungsapparat dagegen 89% des Gesamtkörpergewichts ausmacht.

Bei Tetanus der Muskeln wird sich das Verhältniss der Betheiligung unseren Erfahrungen entsprechend ändern.

Bei Säugethieren ist das Verhältniss der Betheiligung nach unseren bisherigen Resultaten ein wesentlich anderes.

Capitel VII.

Ueber das Verhältniss der einzelnen Organstoffwechsel zu dem Gesamtstoffwechsel bei Säugethieren und Menschen.

§. 1.

Gewichtsverhältnisse der wichtigsten Körperorgane bei Kaninchen im Vergleich mit dem Menschen.

Die Beobachtungen des letztvorausgehenden Capitels haben uns einen Einblick in die Verhältnisse der Einzelstoffwechsel der zwei wichtigsten Organgruppen zum Gesamtstoffwechsel verschafft.

Die Versuche beschränkten sich auf ruhende Frösche.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass, wenn nicht im Einzelnen, so doch im Principe, das Versuchsergebnat übertragen werden darf auf die analogen Verhältnisse bei Säugethieren. Es wurde ein für allemal durch die vorausgehenden und diese letzten Beobachtungen erwiesen, dass der Organstoffwechsel in den Drüsen ein weit lebhafterer als in dem Bewegungsapparate ist, und dass sich erstere in einem weit höheren Verhältnisse an dem Gesamtstoffwechsel betheiligen, als ihrem Organgewichte entsprechen würde.

Im Einzelnen stellen sich die Verhältnisse bei Säugethieren aber offenbar doch wesentlich anders als bei Fröschen.

Die Menge des gleichzeitig im Blutleitungsapparate enthaltenen und damit dem Organstoffwechsel entzogenen Blutantheils ist bei den Säugethieren nach unseren Bestimmungen viel kleiner als bei Fröschen, er beträgt nur $\frac{1}{4}$ der Gesamtblutmenge, während wir beim Frosch ein ganzes $\frac{1}{3}$ dafür annehmen müssten.

Beim Frosch theilt sich die restirende Blutmenge dann zur Hälfte in den gesammten Drüsenapparat, während im ruhenden Kaninchen die ausserhalb des Blutleitungsapparates befindliche Blutmenge = $\frac{3}{4}$ der Gesamtblutmenge sich zu je $\frac{1}{3}$ in die Leber, die Muskeln und in die übrigen Organe vertheilt.

Bei den Fröschen sehen wir der Blutvertheilung entsprechend den Stoffwechsel der Hauptorgangruppen sich am Gesamtstoffwechsel (resp. an der Kohlensäureproduction) betheiligen. Diesem Resultate entsprechend setzt sich, nach den obigen Angaben (Cap. III. §. 6), der Gesamtstoffwechsel bei ruhenden

Kaninchen zu drei etwa gleichen Theilen aus dem Stoffwechsel der Leber, der Muskeln und der übrigen Organe zusammen.

Der Gesamtstoffwechsel wird sonach bei den Säugethieren noch viel wesentlicher von dem Leberstoffwechsel und dem Stoffwechsel der übrigen Drüsen beeinflusst als bei Fröschen.

Das verschiedene Verhältniss der Organgewichte zu einander bei verschiedenen Thierarten ist nach unseren neueren Erfahrungen nur bei ruhenden Thieren ein directes Maass für die Beurtheilung der Componenten des Gesamtstoffumsatzes. Ehe man sich eine nähere Vorstellung von der Grösse des Stoffwechselvorganges in den verschiedenen Organen machen konnte, war eine Vergleichung der Organgewichte in dieser Richtung nur in oberflächlicher Weise zu verwerthen.

Nun bekommen die vergleichenden Organwägungen bei derselben Species, vor allem bei dem Menschen einen neuen, erhöhten Werth. Verschiedene Zustände des anomalen Organismus, z. B. Jugend und erwachsenes Alter, differiren sehr wesentlich in dem Verhältniss des Drüsenapparates zu dem Bewegungsapparate, wir werden diesen Unterschieden entsprechend auch Differenzen in dem Gesamtstoffwechsel erwarten dürfen, über die wir nach unseren Resultaten schon im Voraus ganz bestimmte Anschauung haben.

Mit einer Zunahme des Drüsenapparates im Verhältnisse zum Bewegungsapparate muss der Gesamtstoffwechsel ansteigen, mit einer Zunahme des Bewegungsapparates im Verhältniss zum Drüsenapparate muss, sonst gleiche Bedingungen wie oben vorausgesetzt, der Gesamtstoffwechsel abnehmen.

Es sind schon zahlreiche Wägungen der Einzelorgane vorgenommen worden, die, wie die öfterwähnten von BIDDER und SCHMIDT, sehr wichtige Resultate ergeben haben. Hier sollen zunächst nur die von uns gemachten Bestimmungen zusammengestellt werden, da sie zur Demonstration der uns zunächst interessirenden Verhältnisse ziemlich ausreichen. Die Beobachtungen am Menschen entnehmen wir anderen Autoren, da uns nicht genügend eigene zu Gebote stehen.

Unsere Hauptuntersuchungen wurden auch hier wie oben an Kaninchen angestellt, sie sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle XX.

Ueber das Gewichtsverhältniss des Drüsenapparates zum Bewegungsapparate bei Kaninchen.

Beobach- tungs- Nummer.	Reingewicht in Grammen.	Drüsenappa- rat in Grammen.	Bewegungs- apparat in Grammen.	Drüsenapparat in	
				Procenten des Reingewichts.	Verhältniss zum Bewe- gungsapparat.
1.	221,5	54,6	166,9	24,6 ⁰ / ₀	1 : 3,0
2.	288	35	203	29,5 ⁰ / ₀	1 : 2,4
3.	418	115	303	27,5 ⁰ / ₀	1 : 2,6
4.	468	133	335	28,4 ⁰ / ₀	1 : 2,5

Beobach- tungs- Nummer.	Reingewicht in Grammen.	Drüsenappa- rat in Grammen.	Bewegungs- apparat in Grammen.	Drüsenapparat in	
				Procenten des Reingewichts.	Verhältniss zum Bewe- gungsapparat.
5.	610	143	467	23,9 ⁰ / ₀	1 : 3,2
6.	626	141	485	22,5 ⁰ / ₀	1 : 3,4
7.	629	143	489	22,2 ⁰ / ₀	1 : 3,5
8.	655	141	514	21,5 ⁰ / ₀	1 : 3,6
9.	1023	187	836	18,2 ⁰ / ₀	1 : 4,5
10.	1093	207	886	18,9 ⁰ / ₀	1 : 4,3
11.	1234	181	1053	14,6 ⁰ / ₀	1 : 5,8
12.	1244	179	1065	14,4 ⁰ / ₀	1 : 5,9
13.	1422	160	1262	11,2 ⁰ / ₀	1 : 9,0
14.	1463	198	1265	13,5 ⁰ / ₀	1 : 6,4
15.	1742	199	1543	12,0 ⁰ / ₀	1 : 8,3
Im Mittel:				21,3 ⁰ / ₀	1 : 4

Im Mittel verhält sich also der Drüsenapparat bei männlichen und nicht trächtigen weiblichen Kaninchen nach obiger Tabelle wie

$$1 : 4.$$

Davon weichen die Minimal- und Maximalbestimmungen sehr bedeutend ab.

Im Maximum verhält sich der Drüsenapparat

zum Bewegungsapparat wie 1 : 2,4.

Im Minimum verhält sich der Drüsenapparat

zum Bewegungsapparat wie 1 : 9,0.

Der Gang der Tabelle ist dabei sehr charakteristisch.

Wir sehen mit dem steigenden Körpergewicht (= Alter) das Verhältniss des Drüsenapparates zum Bewegungsapparate zu Gunsten des letzteren sich ändern, von dem oben angeführten Minimum zum Maximum also von 1 : 2,4 bis 1 : 9,0.

Mit dem steigenden Körpergewicht nimmt also das relative Gewicht der Eingeweide ab, das relative Gewicht der Bewegungsorgane stetig zu.

Das absolute Gewicht der Eingeweide steigt hier von den niedersten Körpergewichten an bis zu einem mittleren Reingewicht von etwa 1000 Gramm, dann bleibt es constant.

Das absolute Gewicht der Bewegungsorgane steigt dagegen fortwährend. Von einem mittleren Reingewicht der Kaninchen von etwa 1000 Gramm an ist also die Gewichtsvermehrung, abgesehen vom Fettansatz, allein Folge der Zunahme der Bewegungsorgane.

Die ungemeine Regelmässigkeit der Verhältnisse, welche in der vorstehenden Tabelle enthalten sind, wird noch auffallender, wenn man die Versuche nach dem Mittelgewichte der Thiere in natürliche Gruppen zusammenstellt, wie es schon früher von uns mehrmals geschehen ist.

Hülftabelle zu Tabelle XIX.

	Verhältniss der Eingeweide zu den Bewegungsorganen bei Kaninchen.
Bei einem mittleren Gewicht von 200—500 Gramm	1 : 2,6
Bei einem mittleren Gewicht von 600 Gramm	1 : 3,4
Bei einem mittleren Gewicht von 1000 Gramm	1 : 4,4
Bei einem mittleren Gewicht von 1200 Gramm	1 : 5,8
Bei einem mittleren Gewicht von 1400—1700 Gramm . .	1 : 7,9

Das Maximum des relativen Drüsengewichtes verhält sich zum Minimum, letzteres = 1 gesetzt, wie

$$1 : 2,7.$$

Da das Maximum auf das Jugendalter, das Minimum auf das ausgewachsene Alter der Thiere trifft, so heisst das:

In der Jugend betheiligt sich bei ruhenden Kaninchen der Drüsenapparat fast um das 3fache (2,7fache) stärker an dem Gesamtstoffwechsel als in dem ausgewachsenen Alter. Die Betheiligung des Drüsenapparates am Stoffwechsel nimmt mit dem zunehmenden Körpergewicht und Alter ab. Die Betheiligung des Bewegungsapparates am Gesamtstoffwechsel nimmt bei diesen Thieren mit dem steigenden Körpergewicht und Alter stetig zu.

Daraus müssen wir mit aller Bestimmtheit annehmen, dass vom Jugendzustande zum erwachsenen Alter der Stoffwechsel im Verhältniss zum Körpergewicht in einem beständigen relativen Sinken begriffen ist.

Dieser Satz gilt zunächst nach unseren Resultaten nur für das Kaninchen.

Es sind aber genügende Beobachtungen vorhanden, welche ein ganz analoges Verhalten des Drüsenapparates zum Bewegungsapparate, das wir für Kaninchen gefunden, auch für den Menschen nachweisen.

Nach den Bestimmungen von E. BISCHOFF beträgt der Drüsenapparat bei dem neugeborenen Menschen 14,5% des Gesamtkörpergewichts, bei dem erwachsenen Menschen dagegen um 8,9%, d. h.

	Verhältniss der Eingeweide zum Bewegungsapparat beim Menschen.
Beim Neugeborenen wie	1 : 5,7
Beim Erwachsenen wie	1 : 10,1.

Also auch bei dem Menschen betheiligt sich in der Jugend der Drüsenapparat relativ etwa um das Doppelte stärker an dem Gesamtstoffwechsel als im erwachsenen Alter, sodass demnach auch hier ein Sinken der relativen Stoffwechselgrösse mit dem zunehmenden Alter zu erwarten steht.

Oben haben wir, Cap. I. §. 2. und §. 3, gesehen, dass dasselbe sich aus der gleichzeitig aufgenommenen Nahrungsmenge (§. 2.) und aus der grösseren Blutmenge junger Thiere ergibt (§. 3.).

Es liegen aber auch directe Stoffwechselbeobachtungen in diesem Sinne vor.

§. 2.

Die Harnstoffausscheidung bei Kindern und Erwachsenen.

Es wurde bis jetzt eine grosse Anzahl von Harnanalysen bei gesunden, erwachsenen Menschen angestellt. Die Zahl der Beobachtungen in dieser Richtung bei Kindern ist aber eine ziemlich beschränkte.

Um auf eigene Beobachtung eine Vergleichung zwischen der Quantität der im Harn den menschlichen Organismus verlassenden Stoffwechselproducte im erwachsenen und im jugendlichen Alter anstellen zu können, wurde mit aller Sorgfalt bei einem gesunden Mädchen im Alter von 3 Jahren und 2 Monaten der Harn in viermal 24 Stunden gesammelt und untersucht bei der gewöhnlichen Nahrungsaufnahme der höheren Stände.

Das Körpergewicht des Kindes betrug zur Zeit der Versuche **13,720** Kilogramm, nackt gewogen.

Im Folgenden sollen die Versuchsergebnisse zusammengestellt werden.

Die Untersuchungsmethoden waren die gebräuchlichen, die in »Tetanus« S. 234—326, elftes und zwölftes Kapitel, nachzusehen sind.

[Harnuntersuchungen]

bei einem gesunden Mädchen im Alter von 3 Jahren und 2 Monaten, Körpergewicht = 13,720 Kilogramm.

Versuch Nr. I.

den 3. bis 4. April 1870.

Vierundzwanzigstündige Harnmenge 728^{cc}.

Reaction: schwach sauer.

Specifisches Gewicht 1018

Der Harn enthielt:

Harnstoff 12,89 Gramm.

Harnsäure 0,470 »

Chlornatrium 7,00 »

Phosphorsäure 0,51 »

Versuch Nr. II.

den 4. bis 5. April.

Vierundzwanzigstündige Harnmenge 662^{cc}.

Reaction: sauer.

Specifisches Gewicht 1007,5

Der Harn enthielt:

Harnstoff 12,91 Gramm.

Harnsäure 0,464 »

Chlornatrium 6,62 »

Phosphorsäure 0,43 »

Versuch Nr. III.
den 5. bis 6. April.

Vierundzwanzigstündige Harnmenge 600^{cc}.

Reaction: neutral.

Specifisches Gewicht 1016

Der Harn enthielt:

Harnstoff 11,0 Gramm.

Harnsäure 0,459 »

Chlornatrium 5,76 »

Phosphorsäure 5,39 »

Versuch Nr. IV.
den 6. bis 7. April.

Vierundzwanzigstündige Harnmenge 851^{cc}.

Reaction: schwach sauer.

Specifisches Gewicht 1012

Der Harn enthielt:

Harnstoff 14,02 Gramm.

Harnsäure 0,300 »

Chlornatrium 5,07 »

Phosphorsäure 0,55 »

Es ist einleuchtend, dass wir nur durch Beobachtungen, bei denen der Stoffumsatz allein durch das natürliche Bedürfniss geregelt wird, Etwas erfahren können über unsere Frage.

Seitdem wir durch des Verfassers Untersuchungen, die in neuester Zeit nun auch von anderer Seite bestätigt wurden, wissen, dass bei dem Menschen unter normalen Bedingungen aller Stickstoff der umgesetzten stickstoffhaltigen Körperstoffe im Harn den Körper verlässt, geben uns diese ganz einfachen Bestimmungen wieder ein absolut brauchbares Maass für den Umsatz wenigstens der betreffenden Stoffgruppen.

Halten wir uns nur an die Harnstoffausscheidung, so wurden von dem kindlichen Organismus in 24 Stunden ausgeschieden:

1. Tag 12,89 Gramm.

2. Tag 12,91 »

3. Tag 14,00 »

4. Tag 14,02 »

Im Mittel für 24 Stunden 12,7 Gramm Harnstoff,
bei einem Körpergewicht von 13,72 Kilogramm, es treffen sonach auf 1 Kilogramm in 24 Stunden im Mittel:

0,926 Gramm Harnstoff.

Vergleichen wir damit die für einen kräftigen, erwachsenen männlichen Organismus von uns, bei ebenfalls nur durch das natürliche

Bedürfniss geregelter Nahrungsaufnahme. Es eignet sich als Beispiel dazu ein »Tetanus« S. 282. 2. mitgetheilte Versuch, da bei diesem die ganze Stoffwechselausscheidung bestimmt wurde.

Harnuntersuchung

bei einem kräftigen und gesunden Manne von 24 Jahren, Körpergewicht 72,672 Kilogramm nach Abzug des Kothes.

Versuch Nr. 5.

Vierundzwanzigstündige Harnmenge	2380 ^{cc} .
Reaction sauer.	
Specifisches Gewicht	1013
Der Harn enthielt:	
Harnstoff	40,00 Gramm.
Harnsäure	0,53 »
Kochsalz	22,40 »
In der Respiration wurde ausgeschieden:	
Kohlenstoff	215,70 »

Es treffen sonach auf 1 Kilogramm in 24 Stunden:

0,550 Gramm Harnstoff,

während der kindliche Organismus in derselben Zeit für 1 Kilogramm

0,926 Gramm Harnstoff

producirte.

Setzen wir das Harnstoffquantum für 1 Kilogramm des Erwachsenen gleich 1, so verhält sich dazu dieselbe Grösse bei dem kindlichen Organismus wie

1 : 1,7.

Es ist sonach auch nach unseren Beobachtungen, wie nach den älteren SCHERER'S¹⁾ und MOSLER'S²⁾ der Stoffwechsel, auf 1 Kilogramm Körpergewicht berechnet, bei Kindern weit lebhafter als bei Erwachsenen.

Wir haben dieses Resultat aus dem veränderten Verhältnisse des Drüsenapparates zum Bewegungsapparate vorausgesehen.

Bei dem Menschen steigt nach den obigen Angaben das Gewicht der Bewegungsorgane im Verhältniss zu den Eingeweiden vom kindlichen bis zum erwachsenen Alter von 5,7 bis 40,4.

Setzen wir die erstere Zahl = 1, so verhalten sich beide Werthe zu einander wie

1 : 1,77.

Die relative Abnahme des Drüsenapparates vom kindlichen bis zum erwachsenen Alter hält sich danach in denselben Grenzen, wie die von uns eben constatirte relative Abnahme des Stoffwechsels, resp. der Harnstoffausscheidung.

1) Verhandlungen der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. Bd. 3. S. 480.

2) Archiv für wissenschaft. Heilkunde, Bd. 3. S. 358.

Zum Vergleiche unseres Resultates wollen wir noch die analogen Beobachtungen SCHERER's und MOSLER's tabellarisch zusammenstellen, soweit sie sich auf den Harnstoff beziehen.

		In 24 Stunden für 1 Kilogramm ausgeschiedene Harnstoffmenge.	
SCHERER:	Kind von 3 $\frac{1}{2}$ Jahren	0,80	Gramm.
»	Knabe von 7 Jahren	0,81	»
»	Mann von 22 Jahren	0,43	»
»	Mann von 38 Jahren	0,43	»
MOSLER:	Kinder	0,95	»
»	Männer	0,75	»

Nach SCHERER ist das Verhältniss der Harnstoffausscheidung beim Erwachsenen und Kinde, erstere = 1 gesetzt, wie

$$1 : 1,88, \text{ nach MOSLER wie } 1 : 1,40.$$

In den oben angeführten Beobachtungen über die freiwillige Nahrungsaufnahme bei Kaninchen von verschiedenem Alter und Körpergewicht kamen wir für diese Thiere zu ganz analogen Schlüssen über den Stoffwechsel im jugendlichen und ausgewachsenen Alter. Auch hierbei fanden wir S. 30, dass der Gesamtstoffwechsel bei jugendlichen und kleineren Thieren relativ bedeutender ist als bei grösseren und älteren. Die freiwillige relative Nahrungsaufnahme, die wir dort als Maass des Stoffwechsels benutzten, war bei ausgewachsenen Kaninchen fast um die Hälfte kleiner als bei jugendlichen. Es verhielten sich die Nahrungsaufnahme wie

$$1 : 1,9,$$

also sehr ähnlich wie der Stoffwechsel der verschiedenen menschlichen Lebensalter gemessen an der Harnstoffausscheidung.

Auch die Harnsäuremengen sind im kindlichen Stoffwechsel relativ bedeutender als in dem des Erwachsenen. Auf 1 Kilogramm Kind treffen 0,03 Gramm, auf 1 Kilogramm des Erwachsenen nur 0,01 Gramm, das Kind scheidet also dreimal mehr aus.

§. 3.

Organgewichte verschiedener Thiere.

Im Folgenden sollen noch die weiteren von uns angestellten Organwägungen bei verschiedenen Thieren Mittheilung finden, so weit sie nicht schon im §. 1. enthalten sind.

Sie geben uns, wie die oben mitgetheilten, einen vorläufigen Einblick in die Verhältnisse der Organstoffwechsel zum Gesamtstoffwechsel sowohl bei verschiedenen Individuen derselben Species, als bei Thieren von verschiedener Art.

Es folgen zunächst die Tabellen selbst, ohne weitere Erklärung.

Tabelle XXI.

Gewichtsverhältniss des Drüsenapparates zum Muskelapparat.

Versuchs- Numer.	Versuchs- Thier.	Rein- gewicht in Grammen.	Drüsen- apparat in Grammen.	Bewegungs- apparat in Grammen.	Drüsenapparat in	
					Procenten des Reingewichts.	Verhältniss zum Bewe- gungsapparat.
1.	Hund jung.	4711	857	3653	18,20%	1 : 4,2
2.	Hund alt der glei- chen Race.	10370	1166	8778	11,20%	1 : 7,5
3.	Katze	2366	248	2118	10,50%	1 : 8,5
4.	Katze	2330	264	2066	11,30%	1 : 7,8
5.	1. Frosch- Männchen.	52,5	4,4	48,1	8,50%	1 : 10,9
6.	2. Frosch- Männchen.	85,6	7,2	78,4	8,40%	1 : 10,9
7.	1. Frosch- Weibchen, trächtig.	66,3	27,3	39,0 (mit Eiern.)	41,20%	1 : 1,4

Die Beobachtungen an den Hunden zeigen das mehrfach erwähnte Abnehmen des relativen Gewichts des Drüsenapparats gegenüber dem Zunehmen der Bewegungsorgane mit zunehmendem Alter. Der erwachsene Hund lässt, wie der erwachsene Mensch und das Kaninchen, ein bedeutendes Uebergewicht der Bewegungsorgane erkennen gegenüber dem Drüsenapparat. Doch erreichen die Werthe nicht das Maximum, das wir bei sehr schweren Kaninchen gefunden haben.

Bei den Katzen ist der Bewegungsapparat relativ noch etwas schwerer als bei Hunden.

Bei männlichen Fröschen noch schwerer. Bei trächtigen Weibchen wird Bewegungsapparat und Eingeweide fast gleich schwer.

Tabelle XXII.
Die Lebergewichte (Blut ausgeflossen).

Versuchs- Nummer.	Beobachtungs- thier.	Rein- gewicht.	Lebergewicht		
			Grammen.	in Procenten des Reingewichts.	Verhältniss zum Reingewicht.
1.	Kaninchen	224	40,0	4,52 ⁰ / ₀	1 : 22,4
2.	»	655	34,5	5,27 ⁰ / ₀	1 : 18,9
3.	»	849	30,5	3,61 ⁰ / ₀	1 : 27,9
4.	»	1093	37,4	3,42 ⁰ / ₀	1 : 29,2
5.	»	1234	52,0	4,21 ⁰ / ₀	1 : 23,7
6.	Hund jung	4744	217,4	4,61 ⁰ / ₀	1 : 21,7
7.	» alt	10370	304,0	2,90 ⁰ / ₀	1 : 34,5
8.	Katze	2366	77,5	3,27 ⁰ / ₀	1 : 30,5
9.	»	2330	45,0	1,93 ⁰ / ₀	1 : 51,7
10.	Frosch-Männchen	34,5	0,9	2,61 ⁰ / ₀	1 : 38,4
11.	»	35,0	0,9	2,57 ⁰ / ₀	1 : 39,3
12.	»	36,0	1,0	2,78 ⁰ / ₀	1 : 36,0
13.	»	44,0	1,2	2,92 ⁰ / ₀	1 : 34,2
14.	»	52,5	1,2	2,29 ⁰ / ₀	1 : 43,7
15.	Meerschweinchen	190,5	9,5	5,00 ⁰ / ₀	1 : 20,0

Bei Kaninchen und Hunden scheint das Lebergewicht mit dem zunehmenden Körpergewicht abzunehmen.

Auffallend ist das kleinere relative Lebergewicht bei Fleischfressern im Vergleich mit den Kaninchen und Meerschweinchen. Bei der einen Katze (Nr. 9) beträgt es noch keine 2⁰/₀ des Reingewichts. FRERICHS gibt 2⁰/₀ = 1 : 50 als Lebergewicht des Menschen an.

Das kann nicht ohne Einfluss bleiben auf den Gesamtstoffwechsel. Die Leber der Fleischfresser und der Menschen enthält ihrem geringeren relativen Gewichte entsprechend weniger Blut als die der Nagethiere (Kaninchen), daher rührt die viel lebhaftere Gallenproduction dieser letzteren Thiere gegenüber den ersteren. Das gleiche Verhältniss scheint bei den Wiederkäuern (Schafen) der Fall zu sein.

Nach BIDDER und SCHMIDT's Resultaten, die wir für das Kaninchen bestätigten, sowie nach unseren für den Menschen und das Meerschweinchen gefundenen Werthen sondert ein Kilogramm Thier in 24 Stunden Galle in Grammen ab.

	frische Galle.	trockene Galle.
Mensch	44,00	0,440
Katze	44,50	0,816
Hund	49,99	0,988
Kaninchen	436,84	2,470
Meerschweinchen	464,00	3,280

Es ist von Interesse, hier die genauen und zahlreichen Leberwägungen, welche FRERICHS am Menschen angestellt hat, und die aus ihnen gezogenen Resultate zu vergleichen.

Wir finden bei FRERICHS¹⁾ über den Einfluss der Lebensalter auf das Gewicht der Drüse:

»Während der ersten Periode der Entwicklung ist das Organ im Verhältniss zum übrigen Körper am meisten ausgebildet; schon in den späteren Monaten des Fötallebens, und vorzugsweise bald nach der Geburt, ferner gegen das höhere Alter zu nimmt dieses relative Gewicht mehr und mehr ab. — Nach der Geburt verkleinert sich die Drüse rascher wegen veränderter Blutzufuhr, besonders der linke Lappen derselben; während der Zeit des grösseren Wachstums vermehrt sich das Lebergewicht nicht in einer der Zunahme des übrigen Körpers entsprechenden Weise; im höheren Alter geht die Abnahme desselben der des Gesamtkörpers meistens voraus«.

In folgenden Tabellen sollen noch einige Gewichte der einzelnen Organe bei verschiedenen Thieren mitgetheilt werden.

Tabelle XXIII.
Organwägungen an Thieren.

I. Kaninchen:		Gramm:	Procente:
(nicht gefroren, Blut ausgeflossen und abgerechnet).	Gesammtgewicht	221	
	Herz	3,6	1,17%
	Lunge		
	Leber	10,0	4,52%
	Nieren	4,0	1,81%
	Milz	0,4	0,23%
	Gedärme mit Netz	37,0	16,64%
	Muskeln		
	Nervengewebe	166,0	75,63%
	Haut		
	Knochen		
Summa:		221	100,00
II. Kaninchen		Gramm:	Procente:
(gefroren, alle Organe mit ihrem Blut).	Gesammtgewicht	629	
	Herz, grosse Gefässe	14,8	2,67%
	Lungen		
	Leber	43,6	6,93%
	Nieren	5,9	0,94%
	Milz	0,8	0,12%
	Gedärme		
	Netz	78,0	12,43%
	Gehirn		
	Rückenmark	9,6	1,52%
	Muskeln	243,0	38,31%
	Knochen	149,3	23,73%
	Haut	84,0	13,35%
Summa:		629	100,00

1) Klinik der Leberkrankheiten, Bd. I. S. 18 u. 19.

III. Hund		Gramm:	Procente:
(nicht gefroren, Blut ausgeflossen)	Gesammtgewicht	4711	
Männchen.	Herz	49,0	1,04%
	Lunge	130,0	2,76%
	Leber mit Galle	217,4	4,61%
	Nieren	39,6	0,84%
	Milz	13,0	0,28%
	Pankreas	20,7	0,44%
	Gedärme	388,0	8,25%
	Gehirn und Rückenmark}	86,0	1,82%
	Muskeln	1703,0	36,15%
	Knochen	988,0	20,97%
	Haut	876,0	18,59%
	Geschlechtsorgane	36,0	—
	(Blutverlust)	174,3	4,25%)
Summa:		4711,0	100,00

IV. Hund		Gramm:	Procente:
(wie oben).	Gesammtgewicht	10370	
	Herz und Lungen	220	2,13%
	Leber	301	2,90%
	Nieren	43	0,41%
	Milz	24	0,23%
	Pankreas	27	0,26%
	Geschlechtsorgane	46	0,44%
	Gedärme	505	4,87%
	Netz und Fett	335	3,23%
	Gehirn	78	0,75%
	Rückenmark	17	0,16%
	Muskeln	5648	54,46%
	Knochen	1243	12,00%
	Haut	1457	14,05%
	(Blutverlust)	426	4,11%)
Summa:		10370	100,00

V. Frosch (Männchen).		Gramm:	Procente:
	Gesammtgewicht	52,5	
	Herz	0,6	1,14%
	Leber	1,2	2,29%
	übrige Eingeweide	2,6	4,95%
	Muskeln und Nervensubstanz}	32,0	60,97%
	Knochen} Bänder }	8,5	16,15%
	Haut	7,6	14,47%

Damit beschliessen wir die Beobachtungsreihen dieses Capitels. Sie bestätigen unsere Annahme über die Wirkung des Blutgehaltes in den Organen vollkommen.

Sie ergeben uns als

Hauptresultat:

1. Der Gesamtstoffwechsel steigt und fällt mit der Zu- und Abnahme des gesammten Drüsenapparates im Verhältniss zu den Bewegungsorganen. Verschiedene Thierarten und Individuen derselben Art zeigen je nach der grösseren oder geringeren Entwicklung ihres Drüsenapparates einen grösseren oder geringeren Gesamtstoffwechsel.

2. Der Jugendzustand besitzt im Verhältniss einen höher entwickelten Drüsenapparat als das reife Alter. Es ist das einer der Gründe, warum der Stoffwechsel in der Jugend stärker ist als im erwachsenen Alter. Einen anderen Grund fanden wir in der relativ grösseren Blutmasse bei jugendlichen Individuen. Da die Drüsen (Lymphdrüsen, Leber) die Bildungsstätten des Blutes sind, so wird der relative Reichthum des jugendlichen Alters an Blut aus der relativen Mehrentwicklung der Drüsensubstanz erklärlich.

3. Da die Leber das Hauptorgan des Drüsenapparates ist, so gelten die obigen Sätze auch für diese.

Mit der geringeren Leberentwicklung im Verhältniss zum Gesamtkörper, namentlich zum Bewegungsapparat, sinkt die Gallenmenge bei dem Einzelindividuum, wie bei der Thierart.

4. Bei verschiedenen Thierarten und Thieren derselben Species setzt sich, je nach den oben dargelegten Verhältnissen, der Gesamtstoffwechsel bei Muskelruhe zwar aus den qualitativ gleichen Factoren zusammen, die Intensität, mit der diese Factoren aber zur Wirkung kommen, ist eine sehr wechselnde.

Diese Schwankungen, die wir hier für verschiedene Thierarten und Thierindividuen bei Muskelruhe erwiesen haben, müssen sich ebenso bei jedem Einzelindividuum zeigen, wenn eins oder das andere seiner grossen Organe oder Organgruppen jeweilig in stärkere Thätigkeit versetzt wird.

Capitel VIII.

Erste directe Bestimmung der in 24 Stunden bei Muskelruhe vom Menschen producirten Gallenmenge.

§. 1.

Bestimmung der 24stündigen Gallenproduction des Menschen.

Wie betheilt sich bei dem Menschen, dem Hauptobject der physiologischen Forschung, die Leber, am Gesamtstoffwechsel?

Man hat bisher, so viel mir bekannt, noch nicht Gelegenheit gehabt, die Gallenproduction des Menschen direct zu bestimmen.

Man war für die Physiologie der Gallenproduction des Menschen einerseits auf die Untersuchung der Blasengalle angewiesen, andererseits auf die Uebertragung an Thieren mit Gallen fisteln gewonnener Resultate auf den Menschen.

Wie verschieden die in der Blase aufgespeicherte Galle ist von der Galle, welche beständig von der Leber in den Darm ergossen wird, haben entsprechend älteren Versuchen auch die in Capitel V. S. 116 mitgetheilten Trockenbestimmungen der verschiedenen Gallensorten desselben Thieres ergeben. Die festen Stoffe der Blasengalle eines Kaninchens betrugen:

7,90/0,

die festen Bestandtheile des frischen Lebersecrets bei demselben Thiere dagegen nur:

1,80/0.

Nach solchen Erfahrungen werden die Schlüsse von der Blasengalle des Menschen auf die Zusammensetzung der Galle, wie sie sich an den Vorgängen der Stoffaufnahme im Darm betheilt, mehr als zweifelhaft. Jedenfalls werden wir annehmen müssen, dass letztere sehr viel weniger concentrirt sein werde.

Auch die Uebertragung der an Thieren gewonnenen Resultate auf den Menschen bleibt immerhin in ihrer Berechtigung fraglich. Die Untersuchungen an Gallen fisteln zeigen sehr erhebliche Unterschiede bei verschiedenen Thierarten, die sich weder aus dem relativen Lebergewichte noch aus der Nahrung oder Körpergewicht allein erklären lassen.

C. Voit hat die Kohlensäureausscheidung in der Athmung zu einem Mass der Gallenausscheidung zu machen versucht. Seine Versuche zur Begründung

dieser Annahme beziehen sich auch nur auf den Hund mit permanenter Gallenfistel. Wir haben noch kein Recht, sie direct, auf den Menschen zu übertragen.

Wir werden in der Folge zur Controle unsere directen Bestimmungen vergleichen mit den Berechnungen anderer Autoren.

Es glückte, einen mit Ausnahme eines chronischen Bronchialkatarrhs und starker Abmagerung sonst gesunden Mann mit einer schon längere Zeit bestehenden **permanenten Gallenfistel** zur Beobachtung zu bekommen.

Die Galle wurde in die Bronchien der Lunge entleert, es bestand, wie die Diagnose am Lebenden und die Section ergab, eine Leberlungenfistel.

Die Leber, welche in ihren übrigen Partien sich normal zeigte, beherbergte einen multiloculären Echinococcus. Es war ein Durchbruch eines grösseren Gallengefässes in einen der Hohlräume erfolgt, dieser communicirte, nach einem Durchbruch durch das Zwerchfell, die Pleura und das Lungengewebe, mit einem Bronchienzweig.

Die Ausscheidung der Galle erfolgte nicht ununterbrochen, während der ganzen Krankheitszeit durch die Lunge. Es wechselten Zeiten ab, in denen sie gänzlich durch den Darm stattfand, mit solchen, in denen offenbar kein Tropfen Galle in den Darm entleert wurde. In früheren Stadien der Krankheit war sehr starker Icterus mit dem Leiden verbunden, der während unserer Beobachtung verschwunden war.

Wurde die Galle in den Darm ergossen, so war der Darmkoth normal gefärbt, im anderen Falle hatte er die charakteristischen Zeichen des höchstgradigen icterischen Stuhls erdweiss, enorm fetthaltig, von fauligem Geruch, ohne eine Spur von Gallenbestandtheilen.

Der Mann war lange in poliklinischer Behandlung unter Herren Professor Dr. SEITZ, der zuerst das Bestehen der Leberlungenfistel diagnosticirte.

Später kam der Patient unter die klinische Behandlung des Herren Geheimrathes Professor Dr. VON GIETL im Münchener städtischen Krankenhause. Hier hatte der Verfasser Gelegenheit den Kranken näher zu beobachten.

Im Anhang zu diesem Capitel wird die Krankengeschichte und Section ausführlicher dargelegt werden.

Hier interessiren vor Allem die 5 vierundzwanzigstündigen Gallenmengenbestimmungen, die in einer Periode angestellt werden konnten, in denen die Untersuchung des Koths einen vollkommenen Abschluss der Galle von dem Darne ergab.

Nach der 5. Sammlung der Galle cessirte plötzlich die Gallenausscheidung durch die Lunge, der Koth wurde wieder normal gefärbt, die Sputa enthielten keine Spur Galle mehr, die Fistelöffnung hatte sich geschlossen. Der Mann verliess in diesem Zustande das Spital, so dass keine weiteren Untersuchungen möglich waren.

Nach einigen Monaten kam er zur Section durch Prof. BUHL, der der Verfasser beiwohnte, und welche, wie gesagt, die Diagnose bestätigte.

Da die Gallenausscheidung durch die Lunge plötzlich aufhörte, konnte die

Menge des flüssigen Bronchialsecretes bestimmt werden, welche bei dem Auswerfen der Galle zugemischt wurde.

Die Lungenausscheidung betrug nach dem Aufhören der Gallenbeimischung am ersten Tage :

135^{cc}.

Die folgenden Tage ergaben niedrigere Werthe, so dass es vorzuziehen ist, lieber diese Maximalzahl von der durch die Lunge gelieferten Gallenmenge in Abzug zu bringen, als eine etwas kleinere Mittelzahl.

Von den Zahlen für die feste Galle kam etwas Eiweiss in Abzug, welches von dem Bronchialsecrete herrührte, welches auch Schleimkörperchen (Eiterkörperchen) enthielt.

Nach Abzug von 135^{cc} für das beigemischte Lungensecret und des in jedem Falle direct bestimmten Albumins gaben die Bestimmungen der in 24 Stunden ausgeschiedenen, sorgfältig gesammelten Gallenmengen folgende Resultate.

Zu wiederholen ist noch, dass Icterus während der 5 folgenden Versuche nicht bestand, nur die Conjunctiva war sehr schwach gelblich gefärbt, im Urin kein Gallefarbstoff.

Das specifische Gewicht der Galle war im Mittel 1025.

I. Bestimmung

der Gallenausscheidung des Menschen.

In 24 Stunden wurden ausgeschieden :

flüssige Galle	(405 ^{cc}) = 445 Gramm
feste Galle	44,74 »

I. Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	6,32 Gramm
Fett mit Cholesterin	4,67 »
Farbstoff (mit Schleim)	2,04 »
Asche	4,74 »

Summa 44,74 Gramm.

II. Procentberechnung der Zusammensetzung:

Wasser	97,40%
feste Stoffe	2,90%

100,00.

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	53,40%
Fett und Cholesterin	14,20%
Farbstoff (mit Schleim)	17,80%
Asche	14,60%

100,0.

II. Bestimmung**der Gallenausscheidung des Menschen.****I. In 24 Stunden wurden ausgeschieden:**

flüssige Galle	(645 ^{cc}) = 664 Gramm
feste Galle	17,34 »

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	6,88 Gramm
Fett mit Cholesterin	3,90 »
Farbstoff (mit Schleim)	4,24 »
Asche	2,32 »

Summa 17,34 Gramm.

II. Procentberechnung der Zusammensetzung:

Wasser	97,31%
feste Stoffe	2,69%

100,00.

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	40,00%
Fett mit Cholesterin	22,50%
Farbstoff (mit Schleim)	24,41%
Asche	13,39%

100,00.

III. Bestimmung**der Gallenausscheidung des Menschen.****I. In 24 Stunden wurden ausgeschieden:**

flüssige Galle	(595,5 ^{cc}) = 610 Gramm
feste Galle	20,14 »

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	14,48 Gramm
Fett mit Cholesterin	0,97 »
Gallenfarbstoff (mit Schleim)	2,07 »
Asche	2,65 »

Summa 20,17 Gramm.

II. Procentberechnung der Zusammensetzung:

Wasser	96,61%
feste Stoffe	3,39%

100,00.

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	74,80%
Fett mit Cholesterin	4,80%
Farbstoff (mit Schleim)	10,28%
Asche	13,12%

100,00.

IV. Bestimmung**der Gallenausscheidung des Menschen.****I. In 24 Stunden wurden ausgeschieden:**

flüssige Galle	(604 ^{cc}) = 616 Gramm
feste Galle	16,74 »

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	9,39 Gramm
Fett mit Cholesterin	1,76 »
Farbstoff (mit Schleim)	2,91 »
Asche	2,68 »

Summa 16,74 Gramm

II. Procentberechnung der Zusammensetzung:

Wasser	96,22%
feste Stoffe	3,78%

100,00.

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	54,9%
Fett und Cholesterin	10,5%
Farbstoff (mit Schleim)	19,8%
Asche	14,8%

100,0.

V. Bestimmung**der Gallenausscheidung des Menschen.****I. In 24 Stunden wurden ausgeschieden:**

flüssige Galle	(922 ^{cc}) = 945 Gramm
feste Galle	37,00 »

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	17,54 Gramm
Fett mit Cholesterin	7,55 »
Farbstoff (mit Schleim)	4,32 »
Asche	6,59 »

II. Procentberechnung der Zusammensetzung:

Wasser	95,99%
feste Stoffe	4,01%

100,00.

Die festen Stoffe bestanden aus:

Gallensäuren	47,39%
Fett und Cholesterin	20,41%
Farbstoff (mit Schleim)	14,35%
Asche	17,85%

100,00.

Zur Erleichterung der Uebersicht sollen die erhaltenen Resultate noch tabellarisch neben einander gestellt werden.

In 24 Stunden wurde ausgeschieden:

		flüssige Galle: sp. G. 1025.	feste Galle:
Beobachtung	I.	405 ^{cc} = 145 Gramm.	11,74 Gramm
»	II.	645 ^{cc} = 661 »	17,34 »
»	III.	595 ^{cc} = 610 »	20,17 »
»	IV.	601 ^{cc} = 616 »	16,74 »
»	V.	922 ^{cc} = 945 »	37,00 »
Im Mittel:		636^{cc} = 652 Gramm:	20,62 Gramm.

Der Mensch wog:

94 $\mathcal{Z}$. = 47 Kilogramm.

Die Leber war durch den Echinococcus vergrößert, sodass das wahre Gewicht der Lebersubstanz nicht bestimmt werden konnte.

1 Kilogramm Mensch secernirte sonach

1) in 24 Stunden im Mittel:

flüssige Galle 13,52^{cc} = 14,0 Gramm.

feste Galle 0,44 Gramm.

2) in 1 Stunde:

flüssige Galle 0,56^{cc} = 0,574 Gramm.

feste Galle 0,02 Gramm.

1 Kilogramm Mensch secernirte

1) in 24 Stunden im Minimum:

flüssige Galle 8,61^{cc} = 8,83 Gramm.

feste Galle 0,25 Gramm.

2) in 1 Stunde als Minimum:

flüssige Galle 0,36^{cc} = 0,37 Gramm.

feste Galle 0,01 Gramm.

1 Kilogramm Mensch secernirte

1) in 24 Stunden im Maximum:

flüssige Galle 19,62^{cc} = 20,11 Gramm.

feste Galle 0,8 Gramm.

2) in 1 Stunde als Maximum:

flüssige Galle 0,82^{cc} = 0,84 Gramm.

feste Galle 0,033 Gramm.

Diese Werthe bleiben sehr bedeutend hinter denen zurück, die wir für Kaninchen gefunden haben, besonders dann, wenn wir uns nur an die Gallenausscheidung in der Ruhe vor dem Tetanus halten, was dadurch gerechtfertigt erscheint, dass durch den Tetanus die Gallensecretion nachhaltig vermindert wird. Die berechneten Gallenmengen für 24 Stunden sind für 1 Kilogramm Kaninchen nach unseren Beobachtungen folgende:

		feuchte Galle:	
Versuch	I	. . .	406,2 Gramm
»	III	. . .	402,2 »
»	IV	. . .	452,4 »
»	V	. . .	488,2 »
»	VI	. . .	440,3 »

Im Mittel: . . 132 Gramm.

BIDDER und SCHMIDT fanden nach ihren Versuchen für dieselbe Grösse den Werth

136,84,

der von unserem also nicht verschieden ist.

Für trockene Galle fanden sie für 1 Kilogramm Kaninchen in 24 Stunden 2,47 Gramm.

Wir bei einem mittleren Gehalt an festen Stoffen von 4,84% nach den Ergebnissen der Versuche IV und V

2,43 Gramm,

also absolute Uebereinstimmung.

Ehe wir weitere Vergleiche der bei dem Menschen gewonnenen Resultate mit an Thieren erhaltenen vornehmen, fahren wir noch in der tabellarischen Zusammenstellung fort.

Tabelle

der in 24 Stunden vom Menschen ausgeschiedenen Gallenbestandtheile in Grammen.

	I. Minimum.	II.	III.	IV.	V. Maximum.	Im Mittel.
Gallensäuren .	6,32	6,88	44,48	9,39	47,54	11,0
Fett } Cholesterin }	4,67	3,90	0,97	4,76	7,55	3,2
Farbstoff } Schleim }	2,04	4,24	2,07	2,94	4,32	3,2
Asche . . .	4,74	2,32	2,65	2,68	6,59	3,2
Summa:	44,74	47,43	20,47	46,74	37,00	20,6

Tabelle
der procentischen Zusammensetzung in fester Menschen-Galle.

	I. %	II. %	III. %	IV. %	V. %	Im Mittel: %
Gallensäuren .	53,4	40,9	71,8	54,9	47,4	53,45
Fett } Cholesterin }	14,2	22,5	4,8	10,5	20,4	14,48
Farbstoff } Schleim }	17,8	24,1	10,3	19,8	14,4	17,29
Asche . . .	14,6	13,4	13,1	14,8	17,8	14,79
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00

Am auffallendsten sind unter diesen Ergebnissen die sehr bedeutenden Schwankungen im procentischen Fett- und Cholesteringehalt der verschiedenen Gallenportionen.

Es lässt diese Beobachtung auf eine bedeutende Beeinflussung der **Zusammensetzung der Galle** je nach der Nahrung schliessen, eine Frage, die bisher noch nicht exact in Angriff genommen worden ist, aber eine Erledigung verdient.

Hauptresultat.

1) Ein Mann von 94 Pfund = 47 Kilogramm Körpergewicht
 secernirte in 24 Stunden

	flüssige Galle:	feste Galle:
im Mittel . . .	652 Gramm;	20,62 Gramm.
im Minimum	415 »	11,74 »
im Maximum	945 »	37,00 »

2) 1 Kilogramm Mensch secernirte in 24 Stunden

	flüssige Galle:	feste Galle:
im Mittel . . .	14,0 Gramm;	0,44 Gramm.
im Minimum	8,83 »	0,25 »
im Maximum	20,11 »	0,80 »

§. 2.

**Vergleichung der direct gefundenen Werthe mit den für die Gallenproduction
 des Menschen bisher berechneten.**

Man pflegte bisher die vom Menschen gelieferten Gallenmengen zu berechnen nach den auf 1 Kilogramm Körpergewicht ausgeschlagenen Gallenmengen, die man bei fleischfressenden Thieren aus Fisteln gewonnen hat.

Man glaubte die Annahme machen zu dürfen, dass 1 Kilogramm Mensch in 24 Stunden ziemlich ebensoviel Galle ausscheide wie 1 Kilogramm Katze oder Hund in der gleichen Zeit.

Aus den Versuchen von BIDDER und SCHMIDT berechnet sich, dass 1 Kilogramm Katze in 24 Stunden im Mittel secernire bei gewöhnlicher Kost

14,5 Gramm flüssige Galle.

1 Kilogramm Hund in 24 Stunden

13—28 Gramm flüssige Galle.

Für den Hund stimmen die Beobachtungen NASSE's mit denen von BIDDER und SCHMIDT überein. NASSE fand für 1 Kilogramm Hund in 24 Stunden

12,2—28,4 Gramm flüssige Galle.

Die Zahlen ARNOLD's sind ziemlich viel kleiner, sie betragen nur 8,1 Gramm — 11,6 Gramm in 24 Stunden. Man hat darauf hingedeutet, dass diese geringen Gallenmengen sich vielleicht daraus erklären, dass bei den betreffenden Versuchen der Gallenabfluss nicht ganz ungehindert vor sich gehen konnte, wodurch bekanntlich eine Verminderung der Gallensecretion bis zu vollkommener Sistirung derselben hervorgerufen werden kann.

Nach der anderen Richtung weichen von den bisher betrachteten Werthen für die Gallenproduction der Hunde die Versuche von KÖLLIKER und H. MÜLLER ziemlich bedeutend ab.

Sie fanden für 1 Kilogramm Hund, auf 24 Stunden berechnet, im Minimum 21,5 Gramm flüssige Galle mit 0,75 Gramm festen Stoffen, im Maximum 36,16 Gramm mit 1,162 Gramm festen Stoffen ¹⁾.

Alle diese Versuche leiden mehr oder weniger daran, dass von einigen, kürzere Zeit andauernden Messungen der Gallenausscheidung auf den ganzen Tag gerechnet wurde. Die Gallenproduction steht jedoch bei Fleischfressern so sehr unter dem Einfluss der Verdauungs-Phasen und der Ernährung, dass eine derartige Berechnung selbstverständlich nicht ohne die grössten Willkürlichkeiten in den Annahmen angestellt werden kann. Die Berechnungen können sonach nicht auf volle Genauigkeit Anspruch machen.

Trotzdem ist es interessant, dass die von uns am Menschen gewonnenen Resultate, soweit sie sich auf flüssige Galle beziehen, mit den Ergebnissen der Versuche an Thieren ziemlich übereinstimmen, am besten mit den von BIDDER und SCHMIDT für die Katze gefundenen Werthen, mit denen sie, mit Rücksicht auf die natürlichen Schwankungen einer physiologischen Function, geradezu identisch erscheinen.

1 Kilogramm Katze :

(berechnet)

14,5 Gramm.

1 Kilogramm Mensch :

(gemessen)

14,0 Gramm.

FUNCKE berechnete aus den mitgetheilten Mittelzahlen für Fleischfresser (Katze und Hund) die Gallenproduction eines 60 Kilogramm schweren Menschen in 24 Stunden auf etwa 1000—1800 Gramm.

Dieser Rechnungsvoranschlag wird durch die directe Beobachtung ziemlich bestätigt, doch ist die beobachtete Gesamtmenge der Galle etwas geringer. Nach unseren Bestimmungen treffen auf einen Menschen von 60 Kilogramm in 24 Stunden

¹⁾ In einem jedoch pathologischen Falle fanden sie sogar 53,66 feuchte Galle mit 1,683 festen Stoffen.

im Mittel . 840 Gramm flüssige Galle

im Maximum 1207 » » »

Von den bisher mitgetheilten Gallebestimmungen an Hunden unterscheiden sich die Beobachtungen von TH. L. W. VON BISCHOFF mit C. VOIT's wesentlich dadurch, dass sie sich auf viel grössere Beobachtungszeiten erstrecken, somit die Gallenquantitäten mit grösserer Genauigkeit angeben ¹⁾.

Nach ihren Versuchen schied ein 20 Kilogramm schwerer Gallenfistelhund 4—12 Gramm feste Galle in 24 Stunden aus, im Mittel 9 Gramm.

Diese Zahlen sind sehr viel geringer als die Angaben der oben angeführten Autoren.

1 Kilogramm Hund scheidet in 24 Stunden nach BISCHOFF und VOIT aus im Mittel

0,43 Gramm feste Galle.

1 Kilogramm Mensch nach unserer Bestimmung in derselben Zeit im Mittel

0,44 Gramm feste Galle.

Die Werthe passen vollkommen auf einander.

Ebenso genau stimmt die Berechnung mit der Beobachtung überein, wenn wir nicht auf 1 Kilogramm Körpergewicht rechnen, sondern auf das gleiche Lebergewicht.

Die Leber des Gallenfistelhundes, an dem BISCHOFF und VOIT beobachteten, wog nach E. BISCHOFF 777 Gramm, sie producirte im Mittel nach der obigen Angabe 9 Gramm feste Galle.

Die Leber eines erwachsenen Menschen wiegt z. B. nach den Wägungen E. BISCHOFF's bei einem Hingerichteten 1600 Gramm. Da das Lebergewicht unseres Gallenfistelmannes nicht exact zu bestimmen ist, können wir uns an diese Zahl halten. Es würden demnach im Mittel, gleiche Secretionsintensität für das gleiche Lebergewicht von Hund und Mensch vorausgesetzt, vom Menschen in 24 Stunden nach der Rechnung

20 Gramm feste Galle

ausgeschieden werden.

E. BISCHOFF berechnet in seiner Untersuchung: Ueber den Nachweis der Gallensäuren mittelst der PETTENKOFER'schen Probe und über das Vorkommen dieser Säuren im icterischen Harn ²⁾, der wir auch die Angaben über die von BISCHOFF und VOIT bestimmten Gallenmengen entnehmen, die gleiche Grösse für die vom Menschen gelieferte Gallenmenge.

Unsere oben mitgetheilte beobachtete Mittelzahl stellt sich, ganz dieser Berechnung entsprechend, auf

20,62 Gramm feste Galle.

Die Uebereinstimmung der Resultate könnte nicht grösser sein. Sie zeigt uns, dass die Berechnungsmethoden auf gleiches Körper- und Lebergewicht, auf die BISCHOFF-VOIT'schen Beobachtungen am Gallenfistelhund gestützt, auch für

1) SCOTT's Zahlen für den Hund erscheinen auffallend gross.

2) 1864. Zeitschrift f. rat. Med.

den Menschen ein der Wahrheit sich vollkommen annäherndes Resultat ergeben. Die a priori gegen die Berechtigung einer derartigen Berechnung sich ergebenden Zweifel sind dadurch beseitigt.

In der oben citirten Abhandlung E. BISCHOFF's finden wir noch folgende, hierher zu beziehende, wichtige Stelle.

»Herr Professor VOIT hat vorgeschlagen, noch auf eine andere Weise weitere Aufschlüsse zu gewinnen. Es hat sich bei den oben angeführten Untersuchungen herausgestellt, dass ein Hund beim Hunger 4 Gramm, bei der grössten Nahrungsmenge 12 Gramm feste Galle im Tage bildet, die mittlere Menge bei ausreichender Nahrungszufuhr betrug 9 Gramm. — Die Respirationsversuche der Prof. PETTENKOFER und VOIT ergeben nun ganz die gleichen Schwankungen für die Kohlenstoffausscheidung durch Haut und Lungen beim Hunde, nämlich beim Hunger 78 Gramm, bei reichlichster Nahrungszufuhr 220 Gramm, die mittlere Menge bei zureichender Nahrung beläuft sich etwa auf 160 Gramm Kohlenstoff. Es ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass die Gallenausscheidung steigt und fällt mit der Menge des durch die Athmung entfernten Kohlenstoffs. Bei Fütterung mit 1600 Gramm Fleisch finden sich im Tag 12 Gramm feste Galle; bei der gleichen Nahrung werden 150 Gramm Kohlenstoff expirirt. — Nach den Beobachtungen von DR. J. RANKE scheidet ein ausgewachsener Mensch bei gewöhnlicher Diät im Tag 210 Gramm Kohlenstoff durch Haut und Lungen aus; daraus würden sich also 17 Gramm trockene Galle berechnen.«

E. BISCHOFF berechnet sonach nach der angegebenen, auf vollkommen anderen Voraussetzungen beruhenden Methode aus der vom Verfasser bestimmten Respirationsgrösse des Menschen für die Gallenausscheidung 17 Gramm, dieselbe Grösse, die wir unter unseren V directen Bestimmungen der Gallenmengen **zweimal** antreffen im II. und IV. Versuch (II. 17,34 Gramm; IV. 16,74 Gramm). Nach E. BISCHOFF berechnet VOIT die in 24 Stunden vom Menschen ausgeschiedene Menge von Gallensäuren im Mittel zu 11 Gramm, die gleiche Zahl, die wir durch Beobachtung gefunden haben.

So bestätigt ein Resultat das andere.

Die direct beobachteten Werthe der Gallenproduction des Menschen für 24 Stunden entsprechen den auf richtigen Voraussetzungen beruhenden Beobachtungen dieser Grösse nach Beobachtungen an Thieren vollkommen.

Mit aller Bestimmtheit kann ausgesagt werden, dass der Mensch in 24 Stunden zum wenigsten die oben mitgetheilten Gallenmengen ausscheidet, wenn wir Rücksicht nehmen auf den minimalen Verlust, der durch die Gelbfärbung der Conjunctiva angedeutet wird.

§. 3.

Vergleichung der chemischen Zusammensetzung der Menschengalle nach den vorstehenden und älteren Bestimmungen.

Am bedeutendsten sind, wie zu erwarten, die Unterschiede zwischen dem Wassergehalte der von anderen Autoren untersuchten Blasengalle und des von uns beobachteten frischen Lebersecrets.

Bei einem durch Verwundung gestorbenen 22jährigen Manne fand FRERICHS die Zusammensetzung der Blasengalle

Wasser .	85,92%
festе Stoffe	14,08%.

V. GORUP-BESANEZ fand bei normalen, von Hingerichteten stammenden Blasen-
zellen als grösste Differenzen

Wasser .	82,27%
festе Stoffe	17,73%

und

Wasser .	90,87%
festе Stoffe	9,13%.

Als Mittelwerth für die Zusammensetzung der Blasengalle berechnet sich daraus

Wasser . . .	86,35%
festе Stoffe .	13,65%.

Die von uns für das frische Lebersecret gefundene mittlere Zusammensetzung ist

Wasser . . .	96,84%
festе Stoffe .	3,16%.

Als Grenzwerthe fanden wir

Wasser . . .	97,31%
festе Stoffe . .	2,69%

und

Wasser . . .	95,99%
festе Stoffe . .	4,01%

Alle unsere Trockenbestimmungen sind bei 110° C. gemacht.

Die festen Stoffe unterscheiden sich sonach zwischen Blasengalle und Lebersecret wie

$$3,16\% : 13,65\%,$$

also etwa um das 4fache ist die menschliche Blasengalle reicher an festen Stoffen als das frische Lebersecret.

Die Zusammensetzung der festen Stoffe der frischen Menschenblasengalle wurde von FRERICHS und V. GORUP-BESANEZ ebenfalls untersucht.

Unsere Bestimmungen wurden nach der gleichen Methode angestellt, welche von den genannten Autoren verwendet wurde, sodass die gewonnenen Resultate direct vergleichbar sind. In einem Falle, Nr. I, wurde das Resultat für die Gallensäuren controlirt nach der HOPPE'schen Methode, die Zahlen stimmten gut überein, sie waren nach der letzteren nur wenig geringer, sie ergaben im Ganzen für 24 Stunden

$$6,3 : 6,1 \text{ Gallensäuren,}$$

eine Differenz, welche noch in die Fehlergrenzen zu fallen scheint.

Die Berechnungen der vorstehenden Resultate sind auf 100 der festen Stoffe ausgeführt.

In derselben Weise berechnet, ergeben die berechenbaren Bestimmungen der genannten Autoren bei Blasengalle:

	I. (FRERICHS.)	II. (V. GORUP.)	III.
Gallensaure Alkalien	64,9	60,8	55,4
Fett } . . .	8,4	26,7	30,3
Cholesterin }			
Farbstoff } . . .	21,2	12,5	14,3
Schleim }			
Asche	5,5	6,4	6,4

Diese Werthe differiren etwa ebenso von einander, wie die von uns gefundenen, zum Beweise, dass, wie schon oben erwähnt, auf die Zusammensetzung der Galle wahrscheinlich die Nahrungsverhältnisse sehr bedeutend Einfluss ausüben.

Im Mittel verhalten sich die Zusammensetzungen der verschiedenen Gallen vom Menschen in Hinsicht ihrer organischen Stoffe in folgender Weise. Nr. I. sind die Beobachtungen an der Blasengalle nach FRERICHS und V. GORUP, Nr. II. unsere Beobachtungen an dem Lebersecret des Gallenfistelmannes.

	I.	II.
Gallensäuren . .	54,0 ¹⁾	53,45
Fett } . . .	21,8	14,48
Cholesterin }		
Farbstoff } . . .	16,0	17,29
Schleim }		

Die Zusammensetzungen differiren danach in Betreff der organischen Gallenbestandtheile nicht.

Sehr viel bedeutender stellt sich der Aschengehalt des Lebersecrets heraus als der Blasengalle. Das frische Lebersecret enthält im Mittel nach unseren Bestimmungen

44,79% anorganische Stoffe,
während hier die Blasengalle nur enthält
6%.

Danach scheint die Verminderung des Wassergehaltes des Lebersecrets in der Gallenblase auch mit einer Verminderung seiner anorganischen Salze Hand in Hand zu gehen. —

Folgenden

Sectionsbericht,

welcher die Diagnose vollkommen bestätigte, verdanken wir der Freundlichkeit des Herren Geheimrath Professor Dr. v. GIETL.

1) Gallensaure Alkalien berechnen sich im Mittel zu 60,4, nach Abzug von 10% Asche bleiben 54,0.

A. S., Bahnaufseher, 41 Jahr alt.

Echinococcus alveolaris, *Tuberculosis pulmonum*.

Bei der äusseren Besichtigung zeigte die Leiche grosse Abmagerung, Schwund der Muskulatur und des *Paniculus adiposus*.

Die Section ergab vollkommene Verwachsung der Lungen beiderseits mit der *Costalpleura*. Die Lungen zeigen sich durchsetzt von theilweise absele-
cirenden Tuberkelherden. Im rechten Oberlappen eine grössere Caverne.

Im rechten Unterlappen befinden sich mehrere haselnuss- bis wallnuss-
grosse Cavernen, deren untere Wand zum Theil von der Zwerch-
fellpleura gebildet wird. Dasselbst finden sich auch mehrere erbsen-
grosse Herde von *Echinococcus alveolaris*.

Die Leber war ziemlich klein. An der *Porta hypatis* fand sich eine kno-
tische Verdichtung des *GLISSON'schen* Gewebes, welches die grösser-
en Gallengänge ringförmig umschnürte und sich ebenfalls als
Echinococcus erwies. Entsprechend dem Verlaufe der Pfortader- und Leber-
arterienäste im oberen Theile des rechten Lappens, zeigen sich von der *Porta*
hepatis ausgehende und gegen das Zwerchfell verlaufende, theilweise 0,5 CM.
dicke derbe Stränge, ebenfalls *Echinococcus*.

In der Peripherie der Convexität des rechten Lappens
mehrere grössere und kleinere *Echinococcus*herde, die un-
mittelbar an das Zwerchfell angrenzen, welches theils fibrös ver-
dichtet, theils ebenfalls mit *Echinococcus* infiltrirt ist. Eine offene Communi-
cation zwischen den correspondirenden Cavernen im Unterlappen der
rechten Lunge und den *Echinococcus*höhlungen ist nicht mehr nach-
weisbar.

Die übrigen Organe zeigen sich ausser geringer Fettdegeneration des Herz-
muskels gesund.

Anhang.

Als Anhang möge hier ein Auszug aus der Inauguraldissertation des Herren
Dr. med. ADAM RAPP aus Bamberg:

Eine Leber-Lungenfistel,

Würzburg 1867, Platz finden, welche unseren Fall in der Zeit beschreibt, ehe
er unter unsere Beobachtung kam.

Leber-Lungenfisteln sind so selten beobachtet und wenig besprochen, dass ich
es für interessant genug erachte, den von mir in dem poliklinischen Institute zu
München beobachteten und behandelten Fall der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Der Fall wurde zuerst in der medicinischen Poliklinik zu München, der auch
ich als Praktikant angehörte, behandelt und ist mir durch die Güte des Vorstandes
derselben, Herrn Professor Dr. SEITZ, in späterem Verlaufe zur Behandlung und
Verwendung zu meiner Dissertation überlassen worden.

J. S., 38 Jahr alt, verheiratheter Eisenbahnarbeiter und Vater von zwei Kin-
dern, gibt an, früher ein sehr kräftiger, frischer Mann gewesen zu sein und sich

stets der besten Gesundheit erfreut zu haben, die nur höchst selten durch vorübergehende Unpässlichkeiten getrübt worden sei. In Mitte des Monats December 1865 bemerkte Patient, dass er ungewöhnlich gelb aussehe und suchte deshalb in der hiesigen Poliklinik ärztliche Hülfe. Der Kranke soll ein gut genährtes und kräftiges Aussehen gehabt haben, die ikterische Färbung der Haut war stark ausgesprochen. Er klagte über Appetitlosigkeit, Kopfschmerz, Jucken der Haut, grosse Ermattung und war sehr verstimmt. Fieber war keines vorhanden, Körpertemperatur nicht erhöht, Puls etwas verlangsamt. Bei genauer Untersuchung der Leber konnte nichts Abnormes nachgewiesen werden, auch keine Schmerzhaftigkeit derselben war vorhanden. Der Unterleib war nicht aufgetrieben, die Milz nicht vergrössert. Der Stuhl träge und entfärbt, Urin bierbraun. Es wurde die Diagnose, zumal Erscheinungen eines Magenkatarrhs vorausgegangen waren, auf Icterus catarrhalis gestellt und zuerst dagegen Laxantia, später Roberantia und Bäder verordnet. Patient wurde so zwei Monate lang ambulant behandelt, ohne dass sich die Krankheit eigentlich wesentlich besserte. Nach Ablauf dieser genannten Zeit stellten sich Fieber, sehr hochgradige Erschöpfung ein und der Kranke wurde bettlägerig. Die Lebergegend war etwas schmerzhaft, sonst aber nichts Besonderes zu bemerken. Nachdem nun dieses Fieber in mässigem Grade ungefähr 8 Tage angedauert hatte, stellte sich plötzlich ein sehr heftiger Schüttelfrost ein, begleitet von Husten, Athembeklemmung und einem sehr lebhaften Schmerze, entsprechend dem Zwerchfellsstande rechts. Die Perkussion ergab nach 4 Tagen auf der rechten Seite eine absolute Dämpfung, beginnend am oberen Rande der vierten, später der dritten Rippe und hinreichend bis zur gewöhnlichen Grenze der Leberdämpfung. Die Dämpfung begann in derselben Höhe nach rückwärts, seitlich und vorne. Die Auskultation ergab entsprechend der Dämpfung aufgehobenes Athmen und nach oben Rasselgeräusche. Die ganze linke Lunge befand sich im Zustande katarrhalischer Reizung. Der Husten wurde quälend, der Auswurf war zäh und konnte nur mit Mühe expectorirt werden. Ikterische Färbung bestand immer noch fort; ebenso die Stuhlfärbung und die gallige Färbung des Urins. Es wurde Nitrum und Salmiak gereicht. Der Zustand des Patienten besserte sich allmählich etwas, das Exsudat begann resorbirt zu werden, allein im Ganzen zog sich die Krankheit noch immer mit den Erscheinungen von Ikterus neben Stechen auf der Brust bis Anfang Juni fort. Zu dieser Zeit entleerte Patient plötzlich auf freier Strasse unter heftigen Hustenstössen grosse Massen grüner, ganz wie Galle aussehender Sputa. Die chemische Untersuchung soll auch damals ergeben haben, dass beträchtliche Mengen von Galle darin enthalten waren. Patient fühlte sich nach dieser Entleerung etwas leichter, die Schmerzhaftigkeit in der rechten Thoraxhälfte wurde geringer, er entleerte jedoch von dieser Zeit an täglich 1—2 Mass solcher Sputa. Der Ikterus hielt sich dabei auf derselben Stufe, der Stuhl war retardirt, die Faeces blieben vollkommen entfärbt und der Urin immer vollkommen concentrirt und bierbraun. Der Kräftezustand des Kranken sank ausserordentlich; dabei hatte derselbe einen wahren Heiss hunger und konnte auch Alles ganz gut vertragen mit Ausnahme fetter Speisen. Patient bekam Morphium, um den Hustenreiz zu mindern, wurde nach Möglichkeit gut genährt, und es nahm dabei die Expektion, nachdem sie 2 Wochen lang so massenhaft angedauert, allmählich ab, so dass das Auswerfen von Galle nach 4 Wochen fast ganz verschwunden war. Eines Tages jedoch verzehrte Patient gierig eine sehr fette und reichliche Eierspeise, worauf heftiges Erbrechen erfolgte und sich wieder die Expectoration von Galle einstellte. Auch davon erholte sich Patient wieder; die Sputa waren zwar noch gallig gefärbt, allein sie wurden sehr sparsam ausgeworfen.

Der Ikterus dauerte noch immer so ziemlich in demselben Masse fort; der Stuhl war immer noch entfärbt, Urin tiefbraun und wurden damals in demselben

Gallensäuren nachgewiesen. Die Kräfte des Kranken nahmen wieder zu, und derselbe konnte, nachdem er 2 Monate bettlägerig gewesen war, ins Freie gehen und reiste im Monat September zu seinen Verwandten, wo er sich nach Nachrichten sehr wohl befand. Sein Arzt berichtete, dass die Expektoration ganz normal geworden sei und Patient sich ohne Nachtheil körperlich ziemlich anstrengen könne. Dieser Zustand dauerte 4 Wochen. Plötzlich bekam Patient wieder einen Schüttelfrost, zugleich grün gefärbte diarrhöische Stühle und zwar in Massen. Die Diarrhöen dauerten bloss 2 Tage, allein sie schwächten den Kranken ausserordentlich. Aber auch davon erholte sich Patient ziemlich rasch, die ikterische Färbung der Haut verschwand jetzt sehr auffallend, die Stühle blieben seit dem Eintritte der Diarrhöen gefärbt und die Expektoration wurde vollkommen normal. Patient erfreute sich eines guten Allgemeinbefindens, und als er sich im Oktober in der Poliklinik wieder vorstellte, wurde er als sehr gut aussehend anerkannt. Die objektive Untersuchung soll damals eine nicht vollkommene Dämpfung auf der rechten Seite beginnend am oberen Rande der dritten Rippe ergeben haben. Diess war die erste Zeitperiode, in der die Expektoration von Galle vollkommen sistirte. Im November trat plötzlich wieder die Expektoration ein, und zwar in grossen Massen, dann allmählich abnehmend. Der Stuhl wurde wieder farblos, die ikterische Färbung nahm wieder zu, der Urin wurde dunkel gefärbt und der Kranke fühlte sich entsprechend schwach und krank. In diesem Zustande bekam ich denselben im Monate Dezember, also gerade ein Jahr seit dem Beginne der ganzen Erkrankung, zur Beobachtung und Behandlung. Das Resultat der Anamnese habe ich bereits durch die bis hieher mitgetheilte Krankengeschichte, die mir von den behandelnden Aerzten geliefert wurde, gegeben und ich gehe desshalb gleich zu der objektiven Untersuchung des Kranken über, wie sie sich, als ich den Patienten zum erstenmale sah, ergab. Ich fand denselben zu Bette liegend, er zeigte einen kränklichen, leidenden Gesichtsausdruck und eine ziemlich starke gelbe Färbung der ganzen Körperoberfläche. Der Körperbau ist ein kräftiger, wohlproportionirter und die Muskulatur gut entwickelt, wenn auch durch das Verhalten der Haut nicht zu verkennen ist, dass Patient bedeutend magerer geworden ist. Was zunächst die Untersuchung des Thorax anbelangt, so ist auch dieser wohlgebaut zu nennen. Bei Beobachtung der Athembewegungen bemerkt man, dass die rechte Thoraxhälfte sich etwas weniger hebt, als die linke. Die Auskultation und Perkussion der linken Lunge ergibt nichts Abnormes, bloss an einigen Stellen etwas verschärftes, vesikuläres Athmen. Rechts dagegen beginnt vorne am oberen Rande der dritten Rippe der Perkussionsschall leerer zu werden und reicht diese relative Dämpfung bis zum oberen Rande der sechsten Rippe, wo sie ganz plötzlich in eine absolute Dämpfung übergeht. Zieht man eine circuläre Linie um die rechte Thoraxhälfte, entsprechend der relativen Dämpfung, so stellt sie so ziemlich eine gerade dar; die absolute Dämpfung dagegen beginnt hinten um 3 Centimeter tiefer als vorne. Die Auskultation ergibt ganz oben rauhes vesikuläres Athmen, da wo die relative Dämpfung beginnt, wird es schwächer, lautet entfernter, und da, wo die absolute Dämpfung beginnt, vorne und hinten, ist es ganz aufgehoben; ebenso verhält sich der Stimmfremitus. Das Herz zeigt in allen seinen Durchmessern keine Vergrösserung, der Herzchoc ist an der normalen Stelle, die Bewegungen desselben sind ruhig und die Töne deutlich und rein. Was die Untersuchung der Leber betrifft, so beginnt, wie schon erwähnt, die absolute Dämpfung in der Mammillarlinie am oberen Rande der sechsten Rippe und reicht 5 Centimeter über den freien Rippenbogen herab; die Länge dieser Dämpfung beträgt 16 Centimeter. In der Axillarlinie beginnt die absolute Dämpfung in derselben Höhe, reicht 5 Centimeter über die elfte Rippe herab und beträgt im Ganzen 17 Centimeter.

In der Parasternallinie haben wir gleichfalls denselben Anfang der Dämpfung;

sie reicht hier bis 4 Centim. oberhalb des Nabels herab und beträgt in ihrer ganzen Länge 15 Centimeter. Die Dämpfung des linken Leberlappens endlich reicht 10 Centimeter vom Processus Xiphoideus nach links hinüber. Der Beginn der Dämpfung bleibt derselbe bei der In- und Expiration, der Unterleib ist etwas aufgetrieben und die Lebergegend gegen Druck empfindlich. Bei der Palpation stellt sich die Oberfläche der Leber glatt dar, sie zeigt nirgends Erhabenheiten und das ganze Organ scheint sehr consistent zu sein. Der untere Leberrand fühlt sich ziemlich stumpf und sehr hart an; hinter demselben nach aufwärts zu gehen, gelang nur eine ganz kleine Strecke und war dabei kein Tumor zu entdecken. Die Milz war nicht vergrößert. Diese Untersuchung wurde von Zeit zu Zeit wiederholt, ergab aber bis zum Monat April keine nennenswerthe Veränderung. Ueber die Erscheinungen und das Befinden des Kranken vom Dezember 1866 bis zum April 1867 ist Folgendes zu berichten. Die ikterische Färbung dauerte ununterbrochen fort und zeigte ganz unbedeutende Schwankungen. Diese Schwankungen traten ganz unregelmässig ein; manchmal war die Färbung intensiver nach einer reichlichen Expektion, manchmal war diess der Fall, wenn die Expektion ganz schwach vor sich ging. Patient klagte fortwährend über heftiges Jucken am ganzen Körper; namentlich aber an der Glans schilderte er diese Affektion als äusserst quälend. Ferner gab er, ohne darnach gefragt zu werden, an, dass er öfters gelb sehe. Der Schweiss färbte hie und da die Wäsche gelb. Auf der rechten Lunge war fortwährend, auf der linken bloss von Zeit zu Zeit Bronchialkatarrh vorhanden. Die katarrhalische Reizung auf der rechten Seite zeigte bedeutende Schwankungen, so dass zu mancher Zeit der Kranke einen ganz schwachen Husten und Auswurf hatte, zu mancher Zeit ihn diese Tag und Nacht quälten. Der Bronchialkatarrh und die Expektion von Galle standen natürlich in innigem Zusammenhange und war eine profuse Expektion auch immer mit einem hochgradigen Katarrh verbunden. Wie früher, so differirte auch jetzt die Menge des Expektorirten zu verschiedenen Zeiten sehr von einander und war dabei ein einigermaßen periodisches Auftreten zu beobachten. Nachdem Patient gewöhnlich während 4—5 Tagen ungefähr täglich einen halben Schoppen ausgeworfen hatte, nahm die Expektion allmählich zu und erreichte gewöhnlich binnen 2 Wochen ihr Maximum, wo dann der Kranke des Tages ungefähr 2 Mass (nach seiner Schätzung) expektorirte. Von dem Maximum sank die Expektion meistens sehr rasch zum Minimum. Natürlich kamen Ausnahmen von diesem periodischen Verlaufe vor und hielt sich die Expektion manchmal längere Zeit, namentlich auf dem Maximum entweder in Folge von Diätfehlern oder schlechten Witterungsverhältnissen oder sonstigen ungünstig einwirkenden Momenten. Genau während einer bestimmten Zeit die Menge des Expektorirten zu bestimmen, war desshalb nicht möglich, weil Patient, wie noch erwähnt werden wird, seit Monat Dezember des Tags sich mehrmals erbrach und also auch auf diese Weise Sputa mit entleert wurden. Die Sputa selbst wurden immer unter heftigen Hustenstößen expektorirt und waren zu verschiedenen Zeiten verschieden concentrirt und gefärbt, und zwar hing diess nicht, wie es nahe liegt anzunehmen, von der Menge des Expektorirten ab, so dass geringere Mengen concentrirter und dunkler gefärbt gewesen wären als grössere, sondern es war hier durchaus kein Zusammenhang zu bemerken. Die Farbe der Sputa wechselte zwischen hellgelb und grüngelb. Die Sputa wurden auch chemisch untersucht und erwiesen sich dieselben bei der ersten Untersuchung durch Dr. J. RANKE, welche nur qualitativ gemacht wurde, als jedenfalls der Hauptmasse nach aus reiner Galle bestehend. Mikroskopisch nachgewiesen enthielten die Sputa öfters Tyrosin und Leucin. Bei einer zweiten Untersuchung, welche auch quantitativ gemacht wurde, enthielten 840 cc. Sputa 2⁰/₀ feste Bestandtheile und 6 Gramm Gallensäuren.

Seit Monat December 1866 stellte sich auch öfters des Tages nach der Aufnahme von Speisen Erbrechen ein. Das Erbrochene zeigte eine schwach saure Reaction, eine grünliche Färbung und bestand zum grössten Theil aus unverdauten Speiseresten; etwas Blut, Schleim und gallige Sputa waren beigemischt. Das Erbrechen selbst ging ohne bedeutende Beschwerden für den Kranken vor sich, auch klagte Patient niemals über Schmerz in der Magengegend und reagirte nicht im Mindesten bei Druck auf dieselbe. Der Appetit war gut, ja Patient hatte meistens einen wahren Heisshunger, der ihn öfters zu grossen Diätfehlern verleitete. Das grösste Verlangen hat der Kranke nach Mehlspeisen, auch sehr mageres, von Fett genau gesäubertes Fleisch isst er gerne, während er Widerwillen gegen Fett hat, das er früher am liebsten gegessen zu haben behauptet. Als beste Nahrung für ihn stellte sich eine stärkemehltreiche heraus. Patient nimmt des Tags gewöhnlich etwas mageres Fleisch, möglichst einfach zubereitetes Gemüse und 10—12 Kreuzersemmel zu sich. Ebenso wird der Kranke von grossem Durst geplagt und trinkt desshalb sehr viel. Seine Getränke bestehen in Wasser, Milch, Zuckerwasser, Limonade, Thee und Bier. Patient hat fortwährend einen bitteren Geschmack im Munde, der ihn beim Genusse von Speisen und Getränken am meisten belästigt.

Urin wurde sparsam gelassen; derselbe war concentrirt, trübe, bierbraun und hatte meistens einen sehr starken Bodensatz. Oefters wiederholte Untersuchungen wiesen in demselben beträchtliche Mengen von Gallenfarbstoffen und Gallensäuren nach. Mikroskopisch wurde nichts Besonderes in demselben beobachtet.

Der Stuhl war meistens retardirt, die Faeces hatten thonartiges Aussehen, und gelang es niemals, durch chemische Untersuchungen in denselben Gallenbestandtheile nachzuweisen. Hie und da waren sie etwas mit Blut untermengt.

Was das Allgemeinbefinden des Kranken betrifft, klagt er hauptsächlich über grosse Schwäche, Abgeschlagenheit und Eingenommensein des Kopfes, und hie und da über Rückenschmerzen. Relativ am besten befindet er sich nach einer reichlichen Expektion; dann ist er ausser Bett und geht bei günstigem Wetter ins Freie, während er unmittelbar vor oder während einer solchen Expektion sehr schwach und bettlägerig ist. Der Puls ist im Allgemeinen klein und hart zu nennen und bewegt sich im Durchschnitt zwischen 70 und 80 Schlägen in der Minute; nur höchst selten wurde er etwas frequenter. Die Körpertemperatur hält sich zwischen 37° und 38°. Nachts hat Patient manchmal profuse Schweisse, die seine Wäsche gelb färben. Der Schlaf ist gut, wenn nicht der Husten stört. So blieb der Zustand des Patienten bis Mitte April.

Am 14. des genannten Monats machte der Kranke, weil er sich gerade etwas besser fühlte, einen Spaziergang ins Freie, obwohl der Boden feucht war und ein kalter, rauher Wind wehte. Zu Hause angelangt, merkte er sogleich, dass ihm der Spaziergang nicht gut bekommen sei; er fühlte sich sehr unwohl und begab sich zu Bette. In der Nacht trat heftiges Stechen auf der rechten Seite und grosse Athemnoth ein, so dass Patient die ganze Nacht schlaflos hinbrachte. Sein Befinden verschlimmerte sich immer mehr, und die am folgenden Morgen vorgenommene objektive Untersuchung ergab eine absolute Dämpfung auf der rechten Brusthälfte bis hinauf zur Clavicula reichend und vollständig aufgehobenes Athmen. Patient athmete rasch, kurz und oberflächlich, und war deutlich zu erkennen, wie schmerzhaft ihm jeder Athemzug war. Das Fieber war mässig. Der Puls etwas unregelmässig, klein, hart und zählte 90—100 Schläge in der Minute; die Körpertemperatur unbedeutend erhöht. Die Dyspnoë und das Stechen auf der Brust nahmen im Laufe des Tags eine immer grössere Intensität an, Patient musste aufrecht im Bette sitzen und war bis zum Tode ermattet. Es wurden feuchtwarme Umschläge und wegen

der zu heftigen Schmerzen Morphium angewendet. Gegen Abend trat starker Husten mit massenhafter Expektoration der schon oft erwähnten Sputa ein. Dieser Husten nun erhöhte die Beschwerden des Kranken bedeutend, und derselbe stöhnte und jammerte wie ein hilfloses Kind. Auch die kommende Nacht wurde vollkommen schlaflos hingebracht, allein so quälend und schmerzhaft der Husten für den Kranken war, so merkte er doch, dass mit der zunehmenden Expektoration die Athemnoth abnahm und dem entsprechend ergab auch die am andern Morgen vorgenommene Untersuchung eine Abnahme der Dämpfung um $1\frac{1}{2}$ Fingerbreite. Die Beschwerden des Patienten wurden immer geringer, nur das Stechen blieb zurück, wesshalb die feuchtwarmen Umschläge und das Morphium fortgesetzt wurden. Am 17. April fühlte sich der Kranke wesentlich besser, die Dämpfung hatte wieder etwas abgenommen und, der Husten und Auswurf wurden immer mässiger.

Am 18. April reichte die Dämpfung bis zur dritten Rippe, das Fieber war vollkommen verschwunden, und es stellte sich grosser Appetit ein. So erholte sich Patient immer mehr und mehr, und sein Zustand besserte sich dermassen, dass J. S. zu jetziger Zeit, Mitte des Monat Mai, sich so relativ wohl fühlt, wie es schon seit langer Zeit bei ihm nicht mehr der Fall war. Husten und Auswurf sind sehr mässig, und das Erbrechen ist seit 8 Tagen vollkommen sistirt, seit welcher Zeit Patient ausschliesslich von Milch und Brod sich nährt.

Die Sputa unterscheiden sich dadurch etwas von den früheren, dass sie verhältnissmässig mehr Blut enthalten, das manchmal ein ganz helles, manchmal ein mehr dunkles, schwärzliches Aussehen hat. Die ikterische Färbung ist so gering, wie ich es während der ganzen Zeit meiner Beobachtung noch nie bemerkt habe; die Faeces sind dabei jedoch noch immer vollkommen entfärbt und der Urin noch immer sehr stark gallig gefärbt. Allgemeine Körperschwäche ist noch immer in hohem Grade vorhanden. Die Gemüthsstimmung ist in Anbetracht der grossen Beschwerden der Krankheit und der dürftigen Verhältnisse, in die Patient als Familienvater durch seine Krankheit gerathen ist, eine sehr gute zu nennen, und hofft der Kranke immer noch auf vollkommene Genesung.

Am 20. Mai verliess derselbe München, um bei seinen Verwandten einen längeren Landaufenthalt zu geniessen.

Durch Ausschluss wird der Verfasser der Dissertation zur Annahme eines Leberabscesses geführt, was sich durch die oben mitgetheilte Section nicht bestätigte. Folgendes ist der Schluss der an diese Meinung angeknüpften Bemerkungen, welche mit den nöthigen Aenderungen auch für die Entstehung der Lungenfistel durch den Echinococcus Geltung behält:

Von dem entzündeten Lebergewebe ist mehr und mehr eiterig zerflossen, es haben sich vielleicht im weiteren Verlaufe neue kleine Abscesse gebildet und sind später in einen grossen zusammengeflossen; es wurden grössere Gallengänge durch den Eiterungsprocess corrodirt, es kam dadurch zum Ergüsse von Galle in die Abscesshöhle, diese wurde in Folge dessen immer grösser, es wurden das Zwerchfell und die durch die vorhergegangene Pleuritis mit demselben verwachsene Lungenbasis in das Bereich des Abscesses gezogen, und endlich erfolgte die Entleerung des Inhaltes der Abscesshöhle durch Perforation in einen grösseren Bronchus nach aussen.

Dass so grosse Mengen Galle expektorirt werden, spricht dafür, dass sowohl grössere Gallengänge als auch grössere Bronchien in die Abscesshöhle münden, und wir haben auf diese Weise eine vollkommene Leber-Lungenfistel vor uns. Das fortwährende Einströmen der Galle in die Abscesshöhle hindert die Heilung des Abscesses, auch wenn Tendenz dazu vorhanden ist.

Ferner wird durch die Einwirkung der Galle auf die Bronchialschleimhaut beständig ein Bronchialkatarrh mit heftigen Hustenparoxysmen unterhalten, welche gleichfalls verhindern, dass die entzündeten Abscesswandungen sich nähern und

mit einander verwachsen können. Dieser Zustand bestand einige Monate und in Folge dessen auch der Ikterus mit all seinen Erscheinungen und die Expektion der Galle, bis Patient plötzlich grün gefärbte Diarrhöen bekam. Es scheint sich zu dieser Zeit eine Partie des schleimreichen, zähen, concrementartigen Sekrets, vielleicht ein Schleimpfropf, der einen grösseren Gallengang verstopfte, durch irgend eine veranlassende Ursache losgelöst und sich nun sehr reichliche Mengen Galle in den Darmkanal ergossen zu haben, woraus sich auch gleich der diarrhöische Stuhl und dessen rasches Verschwinden erklärt. Dass die grüne Färbung des Stuhls wirklich durch den jetzt wieder möglichen Abfluss der Galle in den Darm bedingt war, beweisen uns die von diesem Momente an eine Zeit lang andauernde Färbung des Faeces und das ebenso lange Sistiren der Expektion der Galle. Es verschwanden auch die übrigen Symptome, die durch die Gallenstauung hervorgerufen worden waren, und es hätte ganz gut in diesem Zustande eine vollkommene Heilung des Abscesses und damit Verschluss des Fistelganges aus der Leber in die Lunge eintreten können, da alle bis jetzt die Heilung verhindernden Momente wenigstens zum grössten Theil beseitigt waren. Allein es traten wieder nach einiger Zeit Entfärbung der Faeces, Expektion der Galle und alle früher beschriebenen Symptome in demselben Maasse ein.

Der Ductus hepaticus oder choledochus, oder beide zusammen sind durch immer grössere Anhäufung von schleimreichem Sekret, theils durch Entzündung und Verwachsung gänzlich und wahrscheinlich für immer unwegsam geworden (hat sich im Verlaufe nicht bestätigt J. R.). Die Perforation des Abscesses in die rechte Lunge weist darauf hin, dass der Abscess im rechten Leberlappen sich befindet und ursprünglich seinen Sitz in den obersten Partien des Lappens hatte. Dass auch der linke Lappen vergrössert ist, kann uns durchaus nicht befremden, da die das ganze Organ begleitende Hyperaemie auch eine Vergrösserung desselben in seiner ganzen Ausdehnung hervorrufen muss.

Wir haben nach unten in der Mammillar-, Axillar- und Parasternallinie eine Vergrösserung der Dämpfung um 5 Centimeter und nach links hinüber eine solche um 3 Centimeter. Nach oben lässt sich in diesem Falle wegen der Residuen des pleuritischen Exsudats sehr schwer bestimmen, wie viel die Vergrösserung beträgt. Die absolute Leberdämpfung beginnt statt am unteren Rande der sechsten Rippe schon am oberen derselben und entspricht jedenfalls der Stelle, wo die Leber der Thoraxwand unmittelbar anliegt, indem rückwärts der Eintritt dieser Dämpfung um 3 Centimeter tiefer stattfindet und die ganze Umgrenzung derselben den Lebercontouren entspricht. Wir haben ferner an der vorderen Thoraxwand eine relative Dämpfung, beginnend am oberen Rande der dritten Rippe. Dass diese Dämpfung nicht bloss durch eine Vergrösserung der Leber bedingt ist, beweist uns das Verhältniss, dass dieselbe sowohl hinten als vorne in derselben Höhe beginnt; ein Theil derselben wird allerdings durch die Vergrösserung der Leber nach oben und die dadurch bewirkte Compression der Lunge erzeugt sein. Die absolute Dämpfung an der hinteren Thoraxseite entspricht vielleicht der Abscesshöhle an der Lungenbasis; dass dadurch nicht die gewöhnlichen Erscheinungen der Cavernenbildung hervorgerufen werden, lässt sich daraus erklären, dass dieselbe möglicherweise mehr oder minder central gelagert, eine bedeutende Verdichtung des Lungengewebes in der Umgebung vorhanden ist und ohnedem schon die untere Partie der rechten Lunge durch die abgelaufene Pleuritis und durch die Lebervergrösserung sich im Zustande hochgradiger Compression befindet. Ein zurückgebliebenes pleuritisches Exsudat kann allerdings auch diese Dämpfung ganz oder theilweise bedingen, und geben uns die Athmungsgeräusche keinen Anhaltspunkt zur Unterscheidung, weil das aufgehobene Athmen so gut für die eine oder andere Ansicht spricht.

Dass die Section die Diagnose im Wesentlichen bestätigte, ist schon im Text einleitend angeführt worden.

Capitel IX.

Einige Versuche über die physiologische Wirkung der Galle.

Naturgemäss reihen sich an die Beobachtung über die Gallenausscheidung bei Thieren und Menschen einige Versuche an, welche zum Theil an jene sich anschliessend ausgeführt wurden.

§. 1.

Ueber die Ursachen des plötzlichen Todes bei Einspritzung concentrirter Gallenlösungen ins Blut.

Vom Verfasser und Dr. med. Baldauf.

Wenn man einem Kaninchen concentrirte Lösungen gereinigter Galle oder Lösungen gallensaurer Alkalien in die Vena Jugularis einspritzt, so sterben die Thiere meist fast momentan unter heftigen Erstickungsanfällen und Athemkrämpfen.

Spritzt man die gleich concentrirten Lösungen in Venen ein, die weiter vom Herzen entfernt sind, z. B. Vena saphena magna oder vena cruralis, so bemerkt man zunächst keine oder doch weniger stürmische Erscheinungen, es bedarf meist einer grösseren Menge der Gallenlösung, um Erstickungszufälle zu erzeugen, die hier und da auch wieder vorübergehen, ohne den Tod des Thieres herbeizuführen.

Ehe die Beobachtung über die verschiedene Wirkung von verschiedenen Venen aus von uns gemacht war, rief die anscheinende Gleichheit der Symptome den Verdacht wach, ob wir es bei dieser heftigen Wirkung der Galle und der gallensauren Alkalien nicht vielleicht mit einer Kaliwirkung zu thun haben.

Dieser Verdacht war leicht zu beseitigen.

In einer Portion der filtrirten Galle wurde eine Gesamttaschenbestimmung ausgeführt.

In den reinen gallensauren Alkalien aus Ochsen-galle, welche zumeist zu den Versuchen dienten, wurde weiter eine Bestimmung des Kaligehaltes angestellt.

Die trockene Ochsen-galle enthielt anorganische Stoffe:

10,747% Asche, meist Alkalisalze.

100 trockene gallensaure Alkalien der Ochsen-galle gaben:

10,025% Alkalisalze.

In 100 Asche = Alkalisalzen der gallensauren Alkalien sind nach unserer Bestimmung enthalten

3,06% Kali.

Nach diesen Ergebnissen kann der vorliegende Gedanke über die Ursache der tödtlichen Wirkung der Galleneinspritzung sogleich näher geprüft werden.

Nach directen Bestimmungen betrug die tödtliche Dosis von Galle und gallensauren Alkalien bei der Einspritzung in die Jugularis meist nur
15 Milligramm.

In 15 Milligramm sind enthalten, wenn wir den Gehalt der gallensauren Alkalien nach unseren Bestimmungen zu 10,025% annehmen, höchstens

1,6 Milligramm Asche mit

0,00005 Gramm Kali.

Schon diese Berechnung zeigt, dass wir uns in unserer ersten Voraussetzung getäuscht haben, da eine derartige Minimalmenge von Kalisalz auf den lebenden Organismus kaum einen erkennbaren Einfluss ausübt, geschweige ihn tödtet.

Unter den folgenden Versuchen sind einige enthalten, die theils über diese Minimaldosis, theils über die Wirkung grösserer Aschenmengen der Galle Aufschluss ertheilen.

Es gelang uns, in einer ganz anderen Einwirkung der Galle auf die Functionirung des Organismus die wahre Todesursache aufzufinden.

Die angewendeten Lösungen von Galle und gallensauren Alkalien war stets von gleichem Gehalte und zwar von 20% in destillirtem Wasser gelöst. Die Lösung war filtrirt.

Die Einspritzungen geschahen mit einer Wood'schen Spritze, deren Inhalt genau, wie schon oben angegeben,

15 Milligramm

festen gallensauren Alkalien betrug.

Es sollen einige ganze Versuchsprotocolle als Beispiele mitgetheilt werden:

Versuch I.

Versuchsthier: Starkes männliches Kaninchen.

Nach Einführung der Canüle in die Vena jugularis

10 hor. 49' in $\frac{1}{4}$ Minute 44—47 Pulse.

Nach der Einspritzung von 1 Wood'schen Spritze voll 20% filtrirter Ochsen-galle sofort Stillstand des Herzens, dann

in $\frac{1}{4}$ Minute 16 Pulse.

Nach 1 Minute todt, seit der Einspritzung nur zwei krampfhaft Athembewegungen.

Sofort Section. Nach der Oeffnung des Thorax pulsirt das Herz noch ab und zu.

Blut der rechten Herzkammer geronnen, Gerinnsel zieht sich in die Vena cava fort, der Stamm, der Arteria pulmonalis durch Gerinnsel dicht verschlossen, das Blut in den Lungen noch flüssig. Im linken Herzen keine Gerinnung.

Lungen stark congestionirt, Eingeweide in der Bauchhöhle zeigen nichts Besonderes, starke peristaltische Bewegungen, Blut in der Vena cava inferior geronnen.

Versuch II.

Kaninchenweibchen, kräftig.

Vena jugularis präparirt.

9 hor. 40' Puls in 1 Minute 212.

9 hor 42' Injection von 1 Wood'schen Spritze Gallenasche von der Concentration der Gallenlösung.

Puls in 1 Minute 224.

Die Injection hat keine weitere Wirkung, das Thier ist losgebunden ganz munter und bleibt es bis

10 hor. 18' Puls in 1 Minute 216.

10 hor. 20' Injection der Gallenlösung in gewohnter Concentration und Menge, sofort heftige Krämpfe.

Puls in 1 Minute 148,

dann Herzstillstand, heftige Respiration, dann wieder einige kräftige Herzbewegungen.

10 hor. 21' Puls in 1 Minute 64,

nun steht die Respiration still.

Section. Das Thier macht bei dem Hautschnitt eine zuckende Athembewegung, das Herz macht noch Contractionen; das ganze rechte Herz mit seinem Vorhof mit Blutgerinnsel erfüllt, das linke Herz enthält flüssiges Blut.

In den kleinen Lungenvenen kein Thrombus, im unteren Abschnitt der Lungenarterie ein fortgesetzter Thrombus, der obere Theil frei. Aorta leer. Lungen congestionirt.

Der Harn ist neutral, blutig mit Blutkörperchen. Er ist eiweiss-frei, zeigt schwache, aber deutliche Reaction auf Gallefarbstoff.

Versuch III.

Kaninchenbock, stark.

A. Injection von Gallenaschelösung.

In 1 Wood'schen Spritze je 0,05 Gramm von Gallenasche mit 0,00453 Gramm Kali. Bei solchen Concentrationen treten bei Kalisalzen schon erkennbare Wirkungen auf, es ist 30mal mehr als im ersten Versuch mit Gallenasche in jeder Spritze enthalten, entsprechend etwa 0,45 Gramm Galle, auch 30mal mehr als gewöhnlich die tödtliche Dosis.

Nach dem Aufbinden des Thieres etc. :

10 hor. 10' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 62,58.

1. Injection von 1 Wood'schen Spritze Gallenaschelösung in die Vena jugularis externa :

10 hor. 15' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 57

»	16'	»	»	55	leichter Krampfanfall, gemischt mit freiwil- ligen Bewegungen.
»	16,5'	»	»	44	
»	20'	»	»	59	

2. Injection von 1 Wood'schen Spritze Gallenaschelösung.

10 hor. 24' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 62

»	25'	»	»	65	leichte krampfhaft Bewegungen.
»	28'	»	»	59	
»	29'	»	»	56	
»	30'	»	»	54	
»	32'	»	»	62	
»	33'	»	»	62	

3. Injection von Gallenaschelösung:

10 hor. 34' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 59

»	35'	»	»	52
»	36'	»	»	53
»	37'	»	»	50
»	38'	»	»	53
»	38,5'	»	»	51

stärkerer Krampfanfall.

10 hor. 39' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 45

»	40'	»	»	45
»	40,5'	»	»	50
»	44'	»	»	53
»	44,5'	»	»	64

Der Zustand des Thieres erscheint danach wieder vollkommen normal.

Die Injection der schwachen Kalilösung bringt, wie sich aus dem Versuche ergibt, schwache krampfhaft Anfälle mit einer geringen Pulsverlangsamung hervor, die rasch wieder verschwindet und einen normalen Zustand zurücklässt. Nur bei der 2. Injection wurde eine geringe Pulsbeschleunigung als Anfangsstadium der Kaliwirkung beobachtet, auf welche sich dann eine minimale Verlangsamung einstellte.

Damit ist nun experimentell die primäre Frage entschieden. Die Kalisalze können an dem plötzlichen Tode keine Schuld tragen, da sie sogar noch in einer 30fach verstärkten Concentration als die tödtliche Gallendosis nur sehr schwache Reactionen des Organismus hervorrufen.

B. Injection von 20% Lösung von Galle.

11 hor. 39' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 62.

Um 11 hor. 40' Injection einer Wood'schen Spritze mit der Gallelösung.

Sofort Stillstand des Herzens.

11 hor. 42' einige krampfhaft Athembewegungen, schwache Herzcontractionen in $\frac{1}{4}$ Minute 18.

Section. Herz pulsirt noch. Rechtes Herz mit flüssigem Blute stark gefüllt, am Septum und an der Einmündungsstelle der Arteria pulmonalis ein Thrombus, die Arteria pulmonalis mit Gerinnsel fest verstopft. Lungen sehr stark hyperämisch.

Der Harn gibt die Gallenfarbstoffreaction nicht, es bildet sich nur ein schwach rother Ring an der Grenze des Harns und der Säure.

Versuch IV.

Mittelgrosses weibliches Kaninchen. Um 9 hor. 0' Morgens aufgebunden. Herzschlag schwach, kaum zählbar. 9 hor. 8' Einspritzung von 4 Spritze voll Gall-Lösung. Noch ehe die ganze Spritze injicirt, heftige Krämpfe, Athemkrämpfe. Ohne den Eintritt des Todes abzuwarten, wurde der Thorax geöffnet. Das Herz schlägt ziemlich rasch und regelmässig. In der Jugularis viel flüssiges Blut, das rechte Herz stark gefüllt, an den Klappen und der Einmündungsstelle der Arteria pulmonalis ein festes Gerinnsel, das sich in die A. pulmonalis fortsetzt und diese ganz verstopft.

Das linke Herz ziemlich blutleer. Die Lungen, besonders die rechte, stark hyperämisch.

Sonst nichts Auffallendes, lebhafte peristaltische Darmbewegungen.

Harnblase gefüllt, Harn (wie immer) trübe, mit Säuren brausend und eiweissfrei. Enthält viel Gallefarbstoff.

Versuch V.

Kaninchen.

Von der gewöhnlichen Concentration der Gallenlösung wurde 1 Spritze injicirt.

Der Tod erfolgte sofort unter Krämpfen. Es wurde keine Pulszählung vorgenommen, die Canüle sofort aus der Vena jugularis externa entfernt, wobei Blut abfloss.

Die sofort angestellte Section ergab:

Das rechte Herz, die Vena cava inferior und superior, sowie die Arteria pulmonalis mit geronnenem Blute erfüllt. Das linke Herz und die Aorta bluten. Unterhalb des Zwerchfelles enthalten die Venen noch Blut, ebenso die Venen der oberen Körperhälfte. Das Herz reagirte noch auf mechanischen Reiz.

Die Lungen sehr blutreich.

Versuch VI.

Kaninchen.

Galleninjection in die beiden Venae crurales.

Es mussten 3 Wood'sche Spritzen injicirt werden, dann erfolgte der Tod in der gewohnten Weise unter Athemkrämpfen.

Section. In beiden Herzventrikeln flüssiges Blut, ebenso in der Vena cava inferior oberhalb des Zwerchfelles. Mehrere Thromben in den kleineren Aesten der Arteria pulmonalis, die Vena cava inferior von den Einspritzungsstellen an bis zur Leber hinauf mit Gerinnsel vollkommen verschlossen.

Versuch VII.

Injection reiner gallensaurer Alkalien aus Ochsen-galle.

10 Uhr 40'. Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 60. Injection einer Wood'schen Spritze voll Lösung gallensaurer Alkalien von $33\frac{0}{10} = 0,025$ Gramm.

Die Herzbewegung wird sofort sehr träge: 13 Pulse in $\frac{1}{4}$ Minute, dann heftige Krämpfe mit Herz- und Respirationsstillstand. Dann fing das Herz wieder langsam an zu schlagen: 8 Pulse in $\frac{1}{4}$ Minute. Respiration blieb aus. Also Tod nach 1 Minute.

Section. Das Herz bewegt sich noch auf mechanischen Reiz, Coronar-venen stark gefüllt, rechtes Herz sehr erweitert, namentlich der Vorhof, erfüllt mit flüssigem Blut und wandständigem Gerinnsel. Herz bewegt sich wieder lebhafter nach Entleerung des Blutes. Die Vena jugularis externa, in welche injicirt wurde, vollkommen thrombosirt, die entgegengesetzte mit flüssigem Blute stramm gefüllt. Lungen hyperämisch. Die Arteria pulmonalis in ihrem Anfangstheile thrombosirt, nach links setzt sich der Thrombus nicht weiter fort, aber rechts reicht er weit in die feineren Aeste: in den andern Gefässen ist das Blut flüssig.

Alle die vorstehenden Versuche haben das Uebereinstimmende, dass in ihnen sich eine

Thrombose der Arteria pulmonalis nachweisen liess.

Es wurden zwei Fälle beobachtet, in denen der Tod nach der Einspritzung der Galle oder der gallensauren Alkalien nicht sofort, sondern erst später auch unter Krämpfen eintrat.

In diesen beiden Fällen zeigte sich **keine** Thrombose der Lungenarterie und keine ausgedehntere Blutgerinnung.

In dem ersten Falle wurde nach der Todesursache nicht weiter geforscht, es wurde nur eine feste Gerinnung in jener Vena jugularis externa und deren Zweigen nachgewiesen, in welche direct injicirt war.

Der Tod war nicht momentan, sondern erst nach $5\frac{1}{2}$ Minuten nach der Einspritzung von 0,045 Gramm filtrirter Ochsen-galle erfolgt und zwar nicht mit plötzlichen Erstickungsanfällen, sondern in länger andauernden Krämpfen. Die Athembewegungen waren vor dem Tode sehr rasch.

In dem zweiten Ausnahmefalle gelang es, bei sorgfältiger Beobachtung die Thrombosirung anderer wichtiger Venen als Todesursache aufzufinden. Wir theilen diesen Fall ausführlich mit, da er auch noch die grosse Menge der bis zum Tode eingespritzten Lösung von gallensauren Alkalien sich auszeichnet.

Versuch VIII.

Mit Lösung von gallensauren Alkalien aus Ochsen-galle.

Je 0,045 Gramm in 1 Spritze eingespritzt.

10 hor. 44' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 58.

1. Spritze voll injicirt:

10 hor. 45' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 36

» 46' » » 35,

2. Spritze voll injicirt:

10 hor. 47' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 35.

Der Puls wird unregelmässig, Krämpfe.

10 hor. 49' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 64

» 50' » » 53.

3. Spritze voll injicirt.

Während der Injection wurden die Herzbewegungen unregelmässig und langsamer, beschleunigen sich aber rasch wieder. Das Thier macht schwache zuckende Bewegungen.

10 hor. 51' Puls in $\frac{1}{4}$ Minute 50

» 52' » » 50

» 53' » » 53.

4. Spritze voll injicirt.

10 hor. 45' Pulse in $\frac{1}{4}$ Minute 53.

Krämpfe, Tod unter fortdauernden Krämpfen.

Section. Bei dem Hautschnitt treten noch Respirationen ein, die sofort sistiren, sobald das Messer abgesetzt wird.

Das Herz contrahirt sich noch, es ist bedeutend ausgedehnt, voll von schwarzem flüssigem Blute, nach dem Aufschneiden pulsirt es fort. Auch in den Vorkammern ist das Blut flüssig. In der Lungenarterie kein Thrombus. Auch in den meisten übrigen Gefässen ist das Blut flüssig.

Die Vena jugularis externa, in welche injicirt wurde, ist dagegen vollständig, sogar bis in ihre kleinsten Zweige thrombosirt, ebenso die grösseren Venen auf der Oberfläche des Gehirns und die beiderseitigen Venae vertebrales.

Der Harn zeigte keine Gallenfarbstoffreaction.

Auch bei der Einspritzung von filtrirter Ochsen-galle in der gewohnten Concentration waren in einem Falle bis zum Tode 3 Wood'sche Spritzen, sonach 0,045 Gramm trockene Galle erforderlich.

Auf jede der Einspritzungen traten Pulsverlangsamung und Athemkrämpfe ein, aber der Tod erfolgte erst durch Verschluss der pulmonalis in Folge Gerinnung nach der 3. Spritze.

Nach der 3 Einspritzung zeigte sich bei demselben Falle primär eine Herzbeschleunigung von

192 Pulsen in der Minute auf

216 » » »

dann folgte die gewohnte Verlangsamung:

192 Pulse in der Minute auf

172 etc. » » »

Resultate.

Unsere Gallen-injectionen und Injectionen von gallensauren Alkalien bestätigen die älteren Resultate.

1. Nach Injection von Galle und gallensauren Alkalien tritt eine Verlangsamung der Herzbewegung ein. In einem Falle sahen wir dieser

Verlangsamung eine kurzdauernde Beschleunigung der Herzbewegung vorausgehen, sodass sonach auch die erste Einwirkung dieser Substanz, wie so vieler anderer, auf Nerven und Muskeln, speciell auf das Herz, eine erregende, dann erst eine deprimirende zu sein scheint.

2. Nach der Injection von Galle in die Venen sahen auch wir Gallenfarbstoff im Harn auftreten.

Nach Injection von Gallensäuren wurde diese Harnveränderung von uns nicht beobachtet.

In Beziehung auf den durch Galleinjection rasch eintretenden Tod meist unter Erscheinungen heftiger Athemnoth mit Krämpfen gelang es uns, die bisher noch nicht erkannte Ursache aufzufinden.

3. Der Tod tritt bei Injection von Galle und Gallensäuren in die Venen ein in Folge der dadurch hervorgerufenen Blutgerinnungen, welche für das Leben wichtige Gefässprovinzen, zumeist die Arteria pulmonalis, verstopfen.

Es ist nicht eine Wirkung der Galle oder der gallensauren Alkalien auf das Herz oder seine Ganglien, welche direct den Tod herbeiführt. Das Herz hat bei dem Eintritt des Todes seine Bewegungsfähigkeit noch nicht verloren, es schlägt entweder freiwillig nach dem Aufhören der Athmung noch fort oder ist wenigstens auf directen Reiz noch erregbar.

Der momentane, primäre Herzstillstand in Diastole nach Galleinjection hat meist einen mechanischen Grund in der übermässigen Ausdehnung des Herzens, zunächst des rechten, durch Blut, dem der normale Ausweg durch Trombose der Art. pulmonalis versperrt ist, eine häufige Ursache des Herzstillstandes, welche jedem Experimentalphysiologen geläufig ist. Nach der Entleerung des Blutes oder Blutgerinnsels fingen die Herzen wieder lebhafter zu schlagen an.

Offenbar haben wir hier als Todesursache dieselbe Erscheinung, die vor Kurzem auch bei der Injection von Blut beobachtet wurde, bei welchem man durch Gefrieren die Blutkörperchen zerstört, das Hämoglobin frei gemacht hatte¹⁾.

Die Galle und gallensauren Alkalien lösen die Blutkörperchen ebenso wie der Gefrierprocess. In den Portionen Blut, mit denen diese Stoffe direct in Berührung kommen, werden die Körperchen zerstört; dieses Blut wirkt dann auf weitere Blutportionen ein, wodurch die Gerinnung erfolgt. Fibrinogene und fibrinoplastische Substanz vereinigen sich zu Fibrin, die dadurch entstehenden Gerinnsel von grösserer oder geringerer Ausdehnung sind die directe Ursache des Todes in der oben angeführten Weise.

Durch unsere Versuche wird auch noch Licht geworfen auf die alten Beobachtungen MAGENDIE'S²⁾, welche ergeben, dass 1 Gramm Galle rasch in die Vena cruralis eingespritzt, innerhalb weniger Augenblicke den Tod herbeiführe,

1) B. NAUNYN, Beiträge zur Lehre vom Icterus, Archiv von REICHERT und DU BOIS-REYMOND, 1868, S. 401.

2) cfr. MAGENDIE, Grundriss der Physiologie, übersetzt von HUSINGER, 1820. II. Bd. S. 225.

dass aber dieselbe Quantität wirkungslos sei, wenn sie in die Vena portae, also direct in die Leber, eingespritzt wurde.

Die Ursache für diese verschiedene Wirkung der Galle geht aus unserem Versuch Nr. VI hervor. Gerinnsel, die in weiter vom Herzen abgelegenen Gefässprovinzen entstehen, können nicht so momentan tödten wie Gerinnsel, welche sogleich die Arteria pulmonalis verstopfen. Pfortaderzweige können ganz verschlossen sein, ohne dass bei Thieren dadurch ein äusserlich erkennbares Symptom auftreten müsste, erst wenn losgerissene Gerinnsel etwa in die Lungenarterie gelangen, oder wenn solche, wie Versuch VIII lehrt, Gehirn und Rückenmarksgefässe verstopfen, wird von solchen entfernten Gefässprovinzen aus der Tod erfolgen können, wie er in unserem Versuch Nr. VI wirklich erfolgte.

Wir haben hier sonach keine specifische Verschiedenheit der Wirkung der Galle, je nach den verschiedenen Gefässprovinzen, in welche sie eingeführt wird, eine Vermuthung, die man zunächst auf das angeführte Versuchsergebniss gründen zu dürfen meinte, so lange die Todesursache durch Galle nicht bekannt war.

Es reihen sich diese unsere Versuche über die Gallewirkung auf das Herz und das Blut direct an die in Tetanus, Bd. I. S. 395 zusammengestellten an über den Einfluss des gallensauren Natrons auf die Erregbarkeit und Leistungsfähigkeit der Muskeln und Nerven, sowie an die an demselben Ort S. 444 und 445 veröffentlichten Resultate der Einwirkung derselben Substanz auf das electromotorische Verhalten des Muskels. Die electromotorische Wirkung von Muskeln, die mit Gallenauflösungen imprägnirt wurden, wurde zu 0 und erreichte sogar sehr bedeutende negative Werthe. Die Erregbarkeit stieg auch nach diesen älteren Versuchen etwas an.

Unsere dort, a. a. O. S. 397, in Uebereinstimmung mit TRAUBE gegen RÖHRICH und LANDOIS ausgesprochene Ansicht, dass die gallensauren Alkalien eine Wirkung zunächst auf die Herzmuskulatur ausüben, wird durch unsere neueren Versuche nicht alterirt. Wir bleiben auf derselben stehen.

Der plötzliche Tod durch Galleinjection bei Kaninchen steht aber mit dieser Alternation der Herz- und Gesamtmuskulatur des Thieres in keiner directen Beziehung. Das Herz fanden wir hier stets noch gut erregbar nach Sistiren der Athmung.

Aus einem der Versuche am Frosch, welcher a. a. O. S. 396 zuerst mitgetheilt wurde, ist ersichtlich, dass das Herz auch bei diesen Thieren noch kräftig seine Thätigkeit fortsetzen kann, wenn durch Galleinjection, die das Herz mit getroffen hat, die Muskeln des Stammes schon alle Reizbarkeit verloren haben.

Nachdem wir den Grund des plötzlichen Todes durch Galleinjection in einer Gerinnung im Blute des lebenden Thieres aufgefunden hatten, war es natürlich, dass wir auf den Gedanken kamen, dass vielleicht auch noch eine Anzahl anderer Substanzen, welche plötzlich tödten, wenn sie ins Blut eingespritzt werden, auf die gleiche Weise wirken.

Zunächst dachten wir hier an die Kalisalze, nach deren Einspritzung

der Tod unter ganz ähnlichen Symptomen der Krämpfe und Erstickung eintritt, wie bei der Injection von Galle oder gallensauren Alkalien.

Diese Möglichkeit konnte a priori nicht von der Hand gewiesen werden, durch die Erinnerung daran, dass die Alkalisalze, und zwar auch die Kalisalze nach alter Erfahrung die Blutgerinnung verzögern.

Nach unseren Beobachtungen im »Tetanus« und den »Lebensbedingungen der Nerven« wird das endosmotische Verhalten der Gewebe durch die Kalisalze wesentlich verändert, und zwar analog wie durch das Absterben der Gewebe, welches bekanntlich auch unter ihrer Einwirkung sehr rasch erfolgt.

Es lag nahe, anzunehmen, dass die Blutkörperchen durch die Kalisalze ebenso getödtet werden, wie die anderen Gewebselemente, und dass sie dann die Gerinnung in derselben Weise wie sonst, nämlich durch Freigabe ihrer fibrinoplastischen Substanz auch im lebenden Organismus einzuleiten vermöchten.

Diese Annahme wurde durch die Beobachtung nicht bestätigt.

In den Herzen und Blutgefässen der durch Kaliinjection getödteten Thiere zeigte sich nirgends Gerinnung, die Arteria pulmonalis zeigte sich niemals verstopft: Dagegen war und blieb das Herz vollkommen bewegungslos und reagierte nicht mehr auf directen mechanischen oder electrischen Reiz.

Bei Kali erfolgt also die Erstickung durch momentanes Aufhören der Gesamtblutcirculation wegen Herzlähmung, im Gegensatz zu den Wirkungen der Galle und gallensauren Alkalien, welche den Tod zunächst herbeiführen durch Cessiren des Blutlaufes in einzelnen lebenswichtigen Organen. Der Erfolg ist äusserlich fast der gleiche.

Mit diesem einen negativen Resultate ist nicht ausgeschlossen, dass es nicht noch Agentien gebe, welche aus der gleichen Ursache wie die Gallenstoffe tödten. Die Frage verdient eine genauere Beleuchtung, vor Allem für die Zwecke der Pathologie und der Lehre von den Todesursachen.

§. 2.

Einwirkung des frischen Lebersecretes des Kaninchens auf seine eigene Herzbewegung.

Vom Verfasser und Dr. Sydney aus London.

Man hat vielfältig aus den Versuchen über Wirkung der Galleinjection auf die Herzbewegung im Zusammenhalt mit der bei starkem Icterus öfters, obwohl nicht constant zu beobachtenden Pulsverlangsamung den Schluss ziehen wollen, dass das frische Lebersecret, wenn es in den Blutkreislauf zurückkehrt, eine Pulsverlangsamung hervorrufen müsse.

Man glaubte wohl aus dem Mangel einer solchen Herzverlangsamung schliessen zu dürfen, dass keine Galle vom Darm aus, in den sie doch so reichlich ergossen wird, resorbirt werden könnte ¹⁾.

1) cfr. KÜHNE, Physiologische Chemie, S. 404.

Wir haben diese Frage direct experimentell in Angriff genommen.

Bei einem Kaninchen wurde das frische Lebersecret gesammelt und demselben Thiere in die Vena jugularis wieder eingespritzt.

Vor der Einspritzung hatte das Herz

154 Pulse in 1 Minute.

Nach der Einspritzung hatte dasselbe

153 Pulse in 1 Minute

155 » » » »

Es wurden nach und nach 5 Wood'sche Spritzen seines eigenen Lebersecretes eingespritzt, ohne dass sich an der Bewegung des Herzens irgend eine Veränderung zeigte!

Das frische Lebersecret bringt sonach — wegen seiner geringen Concentration — keine der bei Injection concentrirter Gallelösungen in das Blut beobachteten Symptome hervor, wenn es demselben Thiere in die Venen eingespritzt wird, dessen Leber es secernirte.

Der Harn des Thieres zeigte sich nicht gallefarbstoffhaltig.

Der Einwand, der aus dem Fehlen der Galleintoxicationserscheinungen gegen die von LIEBIG erschlossene Resorption des Lebersecretes im Darm gemacht wurde, ist also nicht stichhaltig, wie das schon die bekannten Beobachtungen von HOPPE-SEILER über die Grösse der Abscheidung von Gallenbestandtheilen durch die Faeces, sowie die analogen von E. BISCHOFF mehr als wahrscheinlich machen.

Bei diesem Versuche wurde auch die Einwirkung des Lebersecretes, resp. Flüssigkeitseinspritzung in die Venen auf die Galleabsonderung beobachtet.

Es war bei der Operation der Gallenfistel eine Blutung eingetreten. In Folge davon war die Gallenabsonderung sehr unregelmässig und verlangsamt, durch die Injection der Galle in die Vene stieg sie aber rasch an, sodass nun je in 1 Minute 2 Tropfen Galle aus der Fistel ausgegeben wurden, während sich vorher die Tropfen in 2 Minuten langen Pausen einander folgten.

Der Versuch beweist sonach auch die Abhängigkeit der Gallenproduction von der im Gefässsystem enthaltenen Menge Flüssigkeit. Er ist den Beobachtungen über Steigerung der Harnproduction durch Flüssigkeitsinjection in die Venen vollkommen analog.

Schlusscapitel.

§. 1.

Der Functionswechsel der Organe.

Blicken wir noch einmal in Kürze auf die durch nachstehende Untersuchung gewonnenen Resultate zurück.

Wir gingen von dem Gedanken aus, dass wir das Blut als einen der Hauptrepräsentanten zweier Stoffwechselfactoren im Sinne der Ernährungssetze von v. BISCHOFF und VOIT ansprechen dürfen.

Abgesehen von dem Nerven als vierten Stoffwechselfactor, statuiren v. BISCHOFF und VOIT wie wir schon in der Einleitung S. 2 und 3 in Erinnerung gebracht haben, als Hauptfactoren des Stoffwechsels: Organ, Plasma und Sauerstoff.

Das Blut ist der Träger des Sauerstoffs. Es strömt aber noch weiter theils selbst als Ernährungsflüssigkeit (Plasma) den Organen zu, theils regulirt es durch seinen Zufluss den »intermediären Säftekreislauf«, der in seiner Intensität in einem bestimmten Organ von dem Blutzufluss direct abhängig ist. Wir haben sonach in dem den Organen zuströmenden Blute

- 1) ein absolutes Maass für die dem Organ zur möglichen Verwendung zukommende Sauerstoffmenge,
- 2) ein relatives Maass für die dem Organ zuströmende Plasmamenge, der Menge des circulirenden oder Vorrathseiweisses nach C. VOIT. Das Blut ist ein Haupttheil des circulirenden Eiweisses, wie schon der Name des letzteren vermuthen liess.

Denken wir uns zunächst den Einfluss, den das Organ selbst auf den Stoffwechsel ausübt, constant, so ist uns das dem Organ zukommende **Blut ein Maass des Organstoffwechsels.**

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend haben wir zunächst im ruhenden Thiere die Blutvertheilung in den Organen studirt. Wir haben, zum Theil ältere Beobachtungen bestätigend, gefunden, dass in Hinsicht auf den Blutreichthum und somit auch auf den Organstoffwechsel im ruhenden animalen Organismus die wesentlichsten Differenzen existiren. Wir konnten eine Scala aufstellen, nach welcher wir, von den blutärmsten Organen ansteigend bis zu den blutreichsten, den Hauptorganen ihren Platz je nach der relativen Intensität ihres Stoffwechsels anweisen konnten. Es stellte sich das wichtige, aber gewiss nicht unerwartete Resultat heraus, dass im ruhenden animalen

Organismus der Bewegungsapparat, der die Hauptmasse des Körpers ausmacht, einen relativ weit geringeren Stoffwechsel erkennen lässt als der Drüsenapparat.

Aus den Organstoffwechseln setzt sich der Gesamtstoffwechsel des Organismus zusammen. Aus der relativen Höhe jedes einzelnen Organstoffwechsels, für dessen Maass wir den Blutgehalt betrachteten, im Zusammenhalt mit dem relativen Organgewichte konnten wir einen Schluss machen auf die relative Betheiligung verschiedenen Organe am Gesamtstoffwechsel des ruhenden Thieres.

Nachdem wir für den ruhenden animalen Körper einen Einblick in die Grösse der verschiedenen Organstoffwechsel gewonnen hatten, wendeten wir uns der weiteren Frage zu, in welcher Weise unter dem Einfluss der Thätigkeit der Hauptmasse der Körperorgane, der Bewegungsapparate, sich die Einzelstoffwechsel der Organe verändern. Auch hier benützten wir vorerst die Blutmenge der Organe als Maass ihres Stoffwechsels.

Nachdem wir constatirt hatten, dass durch die Muskelarbeit nicht etwa mehr Blut erzeugt, sondern im Gegentheile zunächst Blut verbraucht wird, fanden wir weiter, wofür ältere Versuche schon sprachen, dass durch die Muskelthätigkeit die Blutvertheilung im Organismus und damit die Betheiligung der einzelnen, mehr oder weniger Blut als in der Muskelruhe erhaltenen Organe am Gesamtstoffwechsel eine wesentlichste Aenderung erfährt. Die Blutmenge in den **Bewegungsorganen** des Körpers und damit ihre Betheiligung am Gesamtstoffwechsel nimmt, wenn sie **Arbeit verrichten**, beträchtlich zu, die Blutmenge in dem **Drüsenapparate** und damit seine Betheiligung am Gesamtstoffwechsel nimmt dann gleichzeitig entsprechend ab.

Wir haben damit den Eingangs vermutheten **Thätigkeitswechsel oder Functionswechsel der Organe** erwiesen. Während eine Organgruppe oder ein Organ in gesteigerter Thätigkeit ist, ist die Thätigkeit der anderen (oder eines anderen) entsprechend vermindert. Die Menge des zersetzbaren Blastems (Plasmas, circulirenden Eiweisses) bleibt sich gleich, aber seine Zersetzung findet je nach der Ruhe oder Thätigkeit der einzelnen Organe abwechselnd an verschiedenen Orten in gesteigerter oder verminderter Intensität statt.

Wir waren im zweiten Abschnitte unserer Untersuchungen im Stande, die Gesichtspunkte, welche wir zur Beurtheilung der verschiedenen und je nach der Thätigkeit der Organe wechselnden Intensität des Organstoffwechsels aus dem Studium des Blutreichthums der Organe gewonnen hatten, nun auch direct an der Betheiligung der Hauptorgangruppen, Bewegungsapparat und Drüsen, am Gesamtstoffwechsel zu studiren. Die Resultate über die Betheiligung des Bewegungsapparates und der Drüsen an der Kohlensäureausscheidung des animalen Organismus, sowie an der Ausscheidung stickstoffhaltiger Stoffwechselproducte im Harne, die Organwägungen bei verschiedenen Thieren und Lebensaltern bestätigten vollkommen unsere für den ruhenden Organismus gewonnenen Resultate. Untersuchungen über die Leber- und Nierensecretion bei Ruhe und Thätigkeit der Bewegungsorgane des Körpers ergaben,

dass diese Drüsenfunctionen sinken und ansteigen, je nachdem die Thätigkeit der Bewegungsorgane zu- oder abnimmt.

Damit war der Beweis eines **Thätigkeitswechsels oder Functionswechsels der Organe** nach einer zweiten Methode erbracht.

Eine Anzahl weiterer mehr oder weniger wichtiger physiologischer Beobachtungen ergaben sich neben dem Hauptthema unserer Untersuchungen.

Als ein Hauptresultat unserer Forschung bleibt aber der geführte **Beweis** eines Wechselverhältnisses in der Thätigkeit der Organe, welches man bisher schon öfters aus einer Anzahl gelegentlicher Beobachtungen als vorhanden angenommen hatte.

Unsere nun definitiv bewiesene Anschauung kann z. B. in Beziehung auf den Thätigkeitswechsel der Organe hypothetisch kaum bündiger ausgesprochen werden, als das neuerdings von C. Voit geschehen ist ¹⁾:

»Je nach der Intensität der Säfteströmung richtet sich die Zersetzung in jedem Organe. Indem durch eine Drüse, einen Muskel bei der Thätigkeit **mehr Blut** läuft als bei Ruhe, vertheilt sich das Blut und die **Zersetzung** zu verschiedenen Zeiten im Körper höchst ungleich. Wenn wir in voller Verdauung begriffen sind, finden wir die Gefässe des Darms und seiner Drüsen strotzend mit Blut gefüllt, ein ansehnlicher Bruchtheil des Gesamtblutes wird dahin abgeleitet, um die mannigfaltigsten Geschäfte zu übernehmen; wir sind dann nicht im Stande andere körperliche oder geistige Arbeit zu leisten, wenn wir nicht die Verdauung unterbrechen wollen. Bei anstrengender Thätigkeit der Muskeln kann die unseres Gehirns« (und setzen wir hinzu: unserer Drüsen) »nicht so lebhaft sein.«

§. 2.

Physiologische Consequenzen des Thätigkeitswechsels der Organe für die Anschauungen über den Gesamtstoffwechsel.

Der Thätigkeitswechsel der Organe, dessen Beweise die vorliegenden Untersuchungen zunächst erbracht haben, ist also eine alt-eingebürgerte, oft gemachte Annahme der Physiologen und Aerzte. Aus den angeführten Angaben geht hervor, dass schon vor uns Andere (z. B. C. Voit) die wechselnde Blutmenge die einem jeden Organ je nach seiner Thätigkeit zur Verfügung steht, als den Hauptfactor für den Organstoffwechsel hypothetisch angesprochen haben. Um so leichter werden vielleicht die aus dem nun geführten Nachweis mit Nothwendigkeit sich ergebenden Folgerungen Eingang finden.

Schon in der Einleitung haben wir ausgeführt, welche wichtigen Consequenzen für die Fragen des Gesamtstoffwechsels der Nachweis des Thätigkeitswechsels oder Functionswechsels der Organe haben müsse.

1) In einer Rede zur Feier des 409. Stiftungstages der kgl. Akademie der Wissenschaften zu München am 28. März 1868 (»Ueber die Theorien der Ernährung«), S. 35.

Der Nachweis des Thätigkeitswechsels der Organe spricht zunächst, wir wiederholen es, den allgemeinen Stoffwechselversuchen, wie sie bisher angestellt und verwerthet wurden, die Fähigkeit ab, an sich über die Grösse des Stoffwechsels der Einzelorgane irgend Etwas auszusagen.

Wir haben bisher aus den allgemeinen Stoffwechselversuchen nicht erfahren noch erfahren können, in welcher Intensität die Einzelorgane sich an dem Gesamtstoffwechsel betheiligen, aus welchen einzelnen Factoren sich derselbe zusammensetzt ¹⁾.

Diese negative Erfahrung gewinnt praktische Bedeutung, wenn wir nach ihr die bisher gemachten Versuche zur Bestimmung der Intensität des Organstoffwechsels aus den Resultaten des Gesamtstoffwechsels beurtheilen.

Hier sind nochmals vor Allem die Schlüsse zu nennen, die, wie in der Einleitung schon ausgeführt, aus der Intensität des Gesamtstoffwechsels auf die Intensität des Muskelstoffwechsels bei Ruhe und Arbeit der Muskeln gezogen wurden.

Alle diese Schlüsse, soweit sie allein auf die Resultate der allgemeinen Stoffwechselversuche basiren, müssen wir nun als unzulässig bezeichnen.

Die oft genannten Untersuchungen C. Voir's haben, im Gegensatz zu den bis dahin herrschenden Meinungen, den grundlegenden Nachweis geführt, dass der Gesamtstoffwechsel bei Muskelarbeit nicht der geleisteten Arbeit proportional gesteigert werde. Es ist uns gelungen, diese auffallende Thatsache zu erklären.

Die Erklärung für dieselbe liegt nun bewiesenermassen in der Abwechslung, welche die ruhenden und arbeitenden Organe in der Intensität ihres Stoffwechsels erkennen lassen, einestheils wegen der Veränderung der Zufuhr von Sauerstoff und Plasma (= circulirendes Eiweiss und Blut), die zu den arbeitenden Organen grösser, zu den zu gleicher Zeit ruhenden entsprechend geringer ist (allgemeine Compensation, Thätigkeitswechsel der Organe), anderen Theils wegen der schon in früheren Untersuchungen von uns erkannten localen Compensationen als Wirkung der ermüdenden Stoffe, welche letztere, wie wir zeigen konnten, in geringen Mengen die Intensität des Stoffumsatzes im Organe steigern, in grösseren Mengen sie dagegen herabsetzen ²⁾.

Durch diese Compensationen muss nothwendig der Einfluss des gesteigerten Stoffwechsels der thätigen Organe auf den Gesamtstoffwechsel verwischt werden. Berücksichtigen wir noch weiter die Erfahrung, dass neben der Verminderung der Blutzufuhr und der dadurch herbeigeführten Herab-

1) Würden wir mit Bestimmtheit constatiren können, wo die einzelnen Stoffwechselproducte im Organismus entstehen, so wäre es theoretisch denkbar, dass wir aus der relativen Quantität derselben Etwas über die Einzelstoffwechsel der Organe erfahren könnten. Practisch ist aber dazu, etwa die Harnsäure ausgenommen, deren relative Zunahme im Harn mit der gesteigerten Betheiligung der Drüsen am Stoffwechsel (der Kinder) wir oben neuerdings nachgewiesen haben, vorerst wenig oder keine Aussicht.

2) J. RANKE, Tetanus, 18. Capitel, S. 450—459.

setzung des Organstoffwechsels der gleichzeitig ruhenden Organe bei der erhöhten Muskelthätigkeit auch eine allgemeine Beschleunigung der Blutcirculation, eine Steigerung der Frequenz und Tiefe der Athemzüge und damit eine schwankende allgemeine Steigerung des Gesamtstoffumsatzes aus Ursachen erfolgt, welche bis zu einem gewissen Grade unabhängig neben der Muskelthätigkeit hergehen und um so grösser sind, je weniger der Organismus an eine starke Muskelaction gewöhnt ist, so ergibt sich klar, dass die Verhältnisse, unter deren Einwirkung der Gesamtstoffwechsel steht, viel zu complicirt sind, um uns irgend welche berechtigte Schlüsse zu gestatten auf die schwankende Intensität der einzelnen Organstoffwechsel.

§. 3.

Der Nerve als vierter Factor des Stoffwechsels.

Um speciell die Frage zu entscheiden, ob die Muskelaction mit einem Mehrverbrauch von Stoffen im Stoffwechsel zum Zweck der Erzeugung der Muskelkraft verbunden sei, erscheinen nun die allgemeinen Stoffwechselversuche, wegen der bestehenden positiv und negativ wirkenden Compensationen nicht mehr verwendbar, die nach dieser Richtung aus ihnen gezogenen Schlüsse haben ihre Tragweite verloren.

Dasselbe gilt von den Einwürfen, die man von Seite der allgemeinen Stoffwechselversuche vor dem Nachweis der wirksam werdenden Compensationen auf die Bedeutung

des Nerven als 4. Factor des Stoffwechsels

glaubte ableiten zu müssen.

C. Voit bestritt bekanntlich nach seinen Untersuchungen¹⁾ die Rolle des Nerven als Factor des Stoffwechsels, welche Rolle ihm in den Untersuchungen über die Ernährung des Fleischfressers von v. BISOFF und C. VOIT gemeinschaftlich zuerkannt waren.

An letzterem Orte S. 16 heisst es über die Betheiligung der Nerven am Stoffumsatz: »dass dem Organismus keine zu Bewegungseffecten verwendbare Kraft zu Gebote steht, als eine solche, welche durch Umsetzung der betreffenden Organe frei wird.« — »Wollen wir also im Organ irgend einen Bewegungseffect hervorbringen, so müssen wir eine Umsetzung in der Materie des Organs bewirken, und unsere Erklärung des Zustandekommens der Bewegung muss auf die Erklärung des Zustandekommens der Umsetzung ausgehen.«

»Es ist nun keinem Zweifel unterworfen, dass die Nerven diesen Einfluss ausüben. Durch ihre vom Willen oder anderartig hervorgerufene Action wird die Umsetzung des Organs herbeigeführt und bestimmt und dadurch die Kraft frei, welche nun in den Bewegungen sich manifestirt. Wir zweifeln nicht daran, dass diese Action der Nerven, dieser Einfluss, den sie auf die Umsetzung des Organs ausüben, in der Mittheilung einer Bewegung, gleichsam in einem Stosse besteht, der die Anordnung der Moleküle des Organs ändert. Wir sind

1) C. Voit, Untersuchungen über den Einfluss etc.

der Ansicht, dass diese Bewegung in den Nerven sich unter anderen in der veränderten Lagerung der electrischen Moleküle des Nerven manifestirt, die wir durch die vortrefflichen Untersuchungen du Bois' kennen gelernt haben. «

»Der Nerve ist also ein anderes Moment, ein **vierter Factor**, welcher auf die Umsetzung der stickstoffhaltigen Organe einwirkt, neben dem Sauerstoff, dem Blastem und der Masse des Organs selbst.«

Nach den mehrfach erwähnten Untersuchungen über Kochsalz, Kaffe und Muskelarbeit, welche einige oft behauptete Wirkungen der beiden letztgenannten Einflüsse auf den Gesamtstoffwechsel nicht bestätigen konnten, wurde von C. Voit der Einfluss des Nerven auf die Grösse des Organstoffwechsels, wie schon bemerkt, geläugnet.

Seite 227 der oben angeführten Untersuchungen finden wir folgende hierher zu beziehende, bemerkenswerthe Stelle:

»Der Nerv, wenigstens der motorische, vermag also **nicht** auf die chemische Zersetzung im Körper zu influiren. Es hätte jedenfalls höchst complicirter Vorgänge dazu bedurft, da durch die Arbeit von den Hauptfactors des Umsatzes nur der Sauerstoff in seiner Quantität geändert wird. Man hätte sich denken müssen, dass der Wille auf unbekannte Weise zuerst mehr Blastem und mehr Sauerstoff herzieht, dann die Verbrennung geschieht und daraus erst die Kraft für die Muskelcontraction verfügbar wird. Dieser Umweg wird nicht eingeschlagen, sondern es ist die bewundernswerthe Einrichtung getroffen, dass bei der Eiweisszerstörung immer ein bestimmter Theil des Spannvorrathes zu electrischen Strömen wird, die durch unseren Willen (?) eine andere Richtung annehmen und zur Bewegung der Materie dienen. Wenn wir andere Nerven ganz entschieden auf die Ernährung und Absonderung von Einfluss sehen, so geschieht dies wahrscheinlich nur secundär, indem sie primär die drei Factors des Stoffwechsels ändern, vor Allem den Zufluss von Blastem, vielleicht durch eine Aenderung im Lumen der Gefässe oder durch eine Modification der physikalischen Eigenschaften der Membranen.«

Das, was im Vorstehenden nur für den Drüsennerven als möglich angenommen wird, ist nun auch für den motorischen Nerven erwiesen. Dieser zieht wirklich mehr Blastem und Sauerstoff (Blut) herbei und ermöglicht dadurch eine fortgesetzte Steigerung der Stoffzersetzung im arbeitenden Organ, die auch ohne Neuzufuhr und Ersatz vom Blute aus, aber natürlicher Weise dann nur in engeren Grenzen, erfolgt.

Der Nerve ist also vor Allem ein Factor der Organernährung, erst in zweiter Linie ein Factor des allgemeinen Stoffumsatzes. Er regulirt den localen Stoffwechsel, indem er die beiden beweglichen Stoffwechselfactoren (Plasma und Sauerstoff) je nach dem Arbeitsbedürfniss dem Organe in grösserer oder geringerer Menge zuführt. Doch dürfen wir nicht vergessen, dass er auch das Organ selbst durch chemische und physikalische Veränderungen, die er in ihm einleitet, umgestaltet und schon dadurch einen gesteigerten Stoffumsatz in demselben ermöglicht.

Vom motorischen Nerven wird zunächst ein Antrieb zur Zersetzung (ein Stoss Bischoff und Voit) auf den Muskel ausgeübt, der zuerst zur Bildung von

Fleischmilchsäure führt (DU BOIS REYMOND), unter deren Einwirkung als Reiz die Muskelcontraction stattfindet. Die Kraft zur Muskelaction wird geliefert zum Theil durch eine direct ad hoc gesteigerte Zersetzung der Muskelstoffe. Die Milchsäure bewirkt, wie oben angegeben, neben der Reizung, in geringen Quantitäten im Protoplasma des Muskels sich anhäufend, auch eine Steigerung des organischen Stoffzerfalles (Gährung). Gleichzeitig steigert dieselbe Milchsäure im Muskel die Fähigkeit der Stoffaufnahme durch Diffusion und modificirt die physikalischen Eigenschaften der Membranen und des Protoplasma, wodurch nicht nur Bewegungskräfte zur Verwendung frei werden, sondern auch die unter der Nervenwirkung nun gleichzeitig reichlicher zuströmende Blastem- und Sauerstoffquantität in den thätigen Muskel in reichlicherer Menge einzudringen vermag als in den unthätigen. Das alkalische Blastem neutralisirt (wobei Kraft frei werden muss) die bei der Muskelaction entstandenen oder activ gewordenen Säuren; der gesteigerte Stoffaustausch führt die ermüdenden Stoffe, die gebildeten Neutralisationsproducte derselben fort. Neuer Nervenanstoss bringt neue Thätigkeit des Muskels, und da nun nach der gesteigerten Zufuhr von Blut sogleich mehr Blastem und Sauerstoff zur Verfügung steht, kann es uns nicht verwundern, wenn wir durch die Muskelthätigkeit selbst die Fähigkeit zur Muskelaction gesteigert sehen.

Bei dem aus dem Organismus entfernten, ausgeschnittenen Muskel sind die Vorgänge principiell in Nichts von den eben geschilderten verschieden. In den Blutgefässen und Lymphbahnen, in seinem Protoplasma besitzt der Muskel noch einen Vorrath von Blastem und Sauerstoff, er ist auch im Stande, letzteren in geringeren Mengen aus der Luft zum Zweck seiner physiologischen Stoffzersetzung aufzunehmen¹⁾. Sehr viel enger sind natürlicherweise die Grenzen der Thätigkeit gesteckt, bald häuft sich, bei mangelndem Stoff zur Neutralisation und bei Ausgleichung des Gehaltes des Muskelplasma und der Ernährungsflüssigkeiten an ermüdenden Stoffen und der Neutralisationsproducte derselben durch Diffusion, z. B. die Milchsäure in so reichlicher Menge an, dass die Reaction des Muskels eine saure wird, und dass die Säure, welche anfänglich die physiologische Stoffzersetzung (Gährung) erhöhte, nun sie vermindert. Dadurch nimmt zuerst die Thätigkeit des Muskels ab, dieser ermüdet, endlich hört seine Fähigkeit zur Contraction vollkommen auf. In dem ausgeschnittenen Muskel selbst sind aber noch Bedingungen zur Wiederherstellung der Bewegungsfähigkeit gegeben. Das neutrale Kreatin z. B. kann unter der Säurewirkung zum Theil in das alkalische Kreatinin übergehen und neutralisirt dabei einen grösseren oder kleineren Theil der ermüdenden Säure. Die wiederherstellende Wirkung des Kreatinins nach künstlicher Ermüdung der Muskeln wurde durch unsere Experimente bewiesen²⁾. Zu einer so vollkommenen Ermüdung kommt es bei Muskeln, die noch Blutzufuhr besitzen, nur unter den extremsten Verhältnissen. Die extreme Ermüdung geht dann sofort in die ebenfalls durch die Säurewirkung verursachte Todtenstarre über. Wir sehen das bei

1) J. RANKE, Lebensbedingungen der Nerven, S. 28—34.

2) Tetanus, S. 369. Daraus, dass das Kreatinin im tetanisirten Muskel nicht vermehrt gefunden wird, kann kein Einwurf gegen diese Annahme erhoben werden, da, wie unten ausgeführt werden soll, das gebildete Kreatinin weiter zersetzt wird.

Froschmuskeln und ganzen Fröschen, die electricisch bei Sommertemperatur langsam bis zur Reactionslosigkeit electricisirt wurden. Dasselbe sah ich bei zu Tode tetanisirten Kaninchen. Es ist bekannt, dass unter starken Krämpfen Gestorbene die Todtenstarre rasch zeigen, dasselbe weiss man von gehetztem Wild. Die Beobachtungen auf den Schlachtfeldern von Todtenstarre, im Moment des Todes eingetreten, zeigt, dass auch bei dem Menschen die extremste Ermüdung, veranlasst durch Ueberanstrengung, die durch höchste Erregung in der Schlacht ermöglicht ist, direct in die Starre übergehen kann.

Von der Säure, welche wir bisher für die Lebenserscheinungen des Muskels so wichtig fanden, hängt nach den Untersuchungen des Verfassers ¹⁾, auch nicht nur die electricische negative Schwankung des Muskel- und Nervenstroms, sondern auch die Verminderung der electromotorischen Wirkung dieser Organe durch Tetanus (electricische Nachwirkung des Tetanus) sowie die definitive Vernichtung der electromotorischen Wirkung der electricischen Organe durch das Absterben ab. Durch die Untersuchungen von RÖBER ²⁾ aus dem Laboratorium E. DU BOIS-REYMOND's haben die experimentellen Angaben des Verfassers über die Wirkung der bei der Muskelaction entstehenden Säure auf das electromotorische Verhalten des Muskels in neuester Zeit volle Bestätigung erfahren.

SCHMULEWITSCH hat gezeigt, dass auch die Zunahme der Dehnbarkeit der Muskeln in Folge der Contraction eine Wirkung der im Muskel auftretenden ermüdenden Stoffe sei ³⁾.

Alle Veränderungen, welche das physiologische Verhalten des Muskels bei und in Folge der Contraction zeigt, sind damit auf die Wirkung der ermüdenden Stoffe zurückgeführt, von denen die Milchsäure am wichtigsten erscheint und bis jetzt am genauesten in ihren Wirkungen untersucht ist.

Die Milchsäure selbst bildet sich im Muskel unter der Einwirkung des gereizten Nerven in der nothwendigen Menge, um die genannten Wirkungen, zuerst die Ausübung der Protoplasmareizung zu entfalten.

Nach unseren Untersuchungen unterliegt es nun keinem Zweifel mehr, dass auch der auf die Nerven von den Centralorganen ausgeübte Reiz ein chemischer ist und auch auf das Auftreten einer Säure in den Ganglienzellen zurückgeführt werden kann. Welcher Art diese Säure in den Nervencentralorganen ist, ist noch nicht erforscht. Manches spricht für die Anwesenheit des Myosins in dem Protoplasma der Nervenzellen, so dass man auch an analoge Zersetzungs Vorgänge wie im Muskel denken und das Auftreten von Fleischmilchsäure möglich finden kann. Bekannt sind die sauren Zersetzungsproducte des Protagons, von denen man sich unter Anderem ebenfalls die saure Reaction der Nervensubstanz ausgehend denken könnte. Jedenfalls ist aber festgestellt, dass bei der Erregung der motorischen Nerven der auf sie central ausgeübte Reiz ebenfalls eine Säure ist. Sie erregt in den Nerven die negative electricische Schwankung, wonach im Muskelprotoplasma (durch

1) Tetanus, S. 404—449 und Lebensbedingungen der Nerven, S. 124—181.

2) Archiv von REICHERT und DU BOIS-REYMOND, 1870, S. 645—644.

3) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.

electrische Spaltung der Muskelsubstanz?), zunächst die reizende Säure gebildet wird, in deren Gefolge alle übrigen chemisch-physikalischen Erscheinungen der Contraction auftreten.

In dem Mitgetheilten finden sich einige Bausteine zu einer Theorie der Muskelaction, die als letztes Ziel unseren Studien über Tetanus vorschwebt. Zunächst werden sich unsere Experimente nun zur Erklärung der Ursachen und des Wesens der Gestaltsveränderung des gereizten Protoplasmas zu werden haben, sowie zu der Frage über die Art und Weise, wie dabei die Kraftübertragung in äussere Arbeit stattfindet.

§. 4.

Ueber Kraftquellen der Muskelaction.

a. Physikalische Kraftquellen.

Man hat bisher gewöhnlich die Kraftquellen der Muskelaction direct in chemischen Stoffumsetzungen zum Zwecke der Muskelarbeit gesucht ¹⁾.

Sicher werden aber die chemischen Umsetzungen, welche die Kraft der Muskeln liefern, zum Theil nicht erst in dem Augenblicke gemacht, in welchem die Muskelcontraction erfolgt. An der allgemeinen Kraftproduction des arbeitenden Muskels betheiligen sich auch Spannkkräfte, welche durch **physikalische Veränderungen der Organstructur der Muskelfaser** frei und verwendbar werden.

Das normale physikalische Verhalten des Muskels wie seine Elasticität und Dehnbarkeit, seine Imbibitionsfähigkeit sind als Folgen seines normalen Stoffumsatzes im ruhenden Zustande aufzufassen. In der Cohäsion der Moleküle des ruhenden Muskels ist eine Kraftsumme aufgespeichert, welche durch plötzliche Veränderung in Folge äusserer Einwirkungen — Säuerung in Folge der Nervenaction — ausgelöst werden und zur Verwendung kommen kann. Die stärkere Dehnbarkeit des contrahirten Muskels, seine von uns erkannte höhere Imbibitionsfähigkeit beweist uns, dass wirklich Veränderungen in der Cohäsion seiner Moleküle, wodurch Kraft lebendig wird, eingetreten sind. Die Imbibition selbst liefert Kräfte, die zur Muskelaction mit Verwendung finden können. Die Imbibition besteht nach den neuesten Versuchsergebnissen in einer Anziehung der Organtheilchen und der eindringenden Flüssigkeit gegen einander. Hierbei können ganz enorme Kraftmengen frei werden. Lufttrockene Stärke erwärmt sich mit Wasser von gleicher Temperatur um 2—3° C., woraus die Annahme gestattet scheint, dass das imbibirte Wasser sich verdichtet

1) Eine andere, mehrfach im Vorstehenden erwähnte Annahme, die man auf das annähernde Gleichbleiben des Gesamtstoffwechsels bei der Thätigkeit der Muskeln und Nerven zu gründen versucht hatte, ist die oben angeführte, dass zum Zwecke der Arbeitsleistung electrische Ströme zur Verwendung kämen.

(JUNGK in POGGEND. Ann. 1865, Bd. 125, pag. 292 ff.). Nach JAMIN kann die Imbibitionskraft der Stärke und des Holzes zu 5—6 Atmosphärendruck angeschlagen werden. H. QUINCKE fand auch für animale Stoffe: gekochtes Hühner-eiweiss, Rippenknorpel, Harnblasenwand, Sehnen, elastisches Gewebe, dass sie das imbibirte Wasser verdichten, was er auch für trockenen Leim, Gummi arabicum und pulverförmige Kieselsäure nachweisen konnte¹⁾. Ueber die Höhe der anziehenden Kräfte bei der Imbibition lebender animaler Substanzen fehlen noch die Angaben.

Wir begnügen uns hier mit dem Hinweis auf bisher nicht oder wenig erörterte Kraftquellen für die Muskelaction, indem wir noch einmal direct darauf aufmerksam machen, dass auch sie »ausgelöst« werden durch das Auftreten der Milchsäure im Muskel, und dass die bekannte WEBER'sche Theorie, welche die Muskelcontraction auf die Veränderung der elastischen Kräfte des Muskels zurückführt, mit unseren Experimentalergebnissen direct sich vereinigen lässt.

b. Chemische Kraftquellen.

In der Einleitung wurden die Hauptgesichtspunkte gegeben für die Beurtheilung der chemischen Vorgänge, welche bei der Muskelaction Kraft zu liefern vermögen.

Es kann nun keinem Zweifel mehr unterliegen, dass wir Aufschlüsse über diese Frage nur aus der directen vergleichenden Beobachtung am ruhenden und tetanisirten Muskel gewinnen können.

Durch die Untersuchungen einer grossen Anzahl namhafter Forscher an ausgeschnittenen, der Circulation entzogenen Muskeln sind gewisse Veränderungen festgestellt worden, welche der Chemismus des Muskels durch seine Arbeitsleistung erfährt²⁾.

Es ist theils eine Vermehrung gewisser Stoffe im Muskelsafte, theils ein Verbrauch von Stoffen in Folge des Tetanus nachgewiesen worden.

Mit voller Sicherheit ist Verminderung beobachtet, durch Controle verschiedener Beobachter bestätigt, und nie auf experimentelle Ergebnisse hin widersprochen worden:

1) des eiweissfreien Gesamtwassereextractes des Muskelsaftes: Entdecker ist HELMHOLTZ; bestätigt wurde die Entdeckung von J. RANKE und neuerdings von HEIDENHAIN mit F. NIEGETIET und S. HEPNER³⁾.

2) des Gesamteiweisses des Muskels: Entdecker ist J. RANKE; bestätigt wurde die Entdeckung nach einer vollkommen abweichenden Methode von NAWROCKI⁴⁾.

1) PFLÜGER'S Archiv III, S. 332 ff.

2) Die Resultate dieser Untersuchungen, die wir im Allgemeinen als bekannt voraussetzen dürfen, finden sich meist zusammengestellt in unseren früheren Untersuchungen über Tetanus, sowie in KÜHNE'S Lehrbuch der physiologischen Chemie, S. 310 ff.

3) PFLÜGER'S Archiv III, S. 574 f., auch Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1871, S. 62.

4) Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1866. S. 385.

3) des Kreatins und Kreatinins¹⁾: Entdecker dieser gemeinsamen Verminderung, die auch durch Todtenstarre und Fäulniss erfolgt, ist C. VOIT, die für Kreatin allein früher angegeben von SOROKIN (KÜHNE). NAWROCKI²⁾ beobachtete unter HEIDENHAIN'S Leitung, dass bei der Muskelarbeit keine Vermehrung des Kreatinins auf Kosten des Kreatins eintrete.

4) wird eine Verminderung behauptet: der flüchtigen³⁾ Fettsäuren (SCZELKOW), was noch nicht bestätigt, aber auch nicht widerlegt wurde.

Dagegen wurden andere Stoffe bei Tetanus in Vermehrung gefunden. Diese Vermehrung kann einzig und allein in einer Umwandlung anderweitiger Muskelstoffe ihren Grund haben.

Vermehrt wurden gefunden:

1) die Fleischmilchsäure: Entdecker ist E. DU BOIS-REYMOND, bestätigt von FUNKE und allen sich mit diesen Fragen beschäftigenden Autoren. In jüngerer Zeit wurde diese Fleischmilchsäureproduction näher untersucht von HEIDENHAIN⁴⁾ und J. RANKE.

2) des Gesamtalkoholextractes: Entdecker ist HELMHOLTZ; bestätigt wurde die Entdeckung von J. RANKE und neuerdings von HEIDENHAIN und F. NIEGETIET und S. HEPNER⁵⁾.

Behauptet wird eine Vermehrung:

3) des Aetherextractes (Fettes),

4) des Zuckergehaltes: Entdecker von 3 und 4 ist J. RANKE. Eine experimentelle Bestätigung oder Widerlegung durch einen anderen Autor ist bisher noch nicht erfolgt.

Hier müssen auch noch erwähnt werden die Veränderungen, die der ausgeschnittene Muskel bei Tetanus in den Verhältnissen seiner Muskelrespiration besonders der Kohlensäureabscheidung erfährt (MATEUCCI, VALENTIN u. v. A.), welche letztere von allen Autoren vermehrt gefunden wurde. Die schon mehrmals erwähnten Untersuchungen in LUDWIG'S Laboratorium haben die ältere Behauptung erwiesen, dass auch der Sauerstoffverbrauch des contrahirten Muskels aus dem Blute ein grösserer ist als des ruhenden.

Auch die Vermehrung von Muskelstoffen bei Tetanus des ausgeschnittenen Muskels muss, wie gesagt, einer Verminderung der Muttersubstanzen der vermehrten Stoffe, einem Verbrauch derselben entsprechen.

Danach sehen wir bei Tetanus des Muskels zu Verlust gehen:

1) Eiweissstoffe,

2) (Eiweissfreie) Wasserextractivstoffe,

3) Milchsäure bildende Stoffe,

4) Kohlensäure bildende Stoffe,

5) Alkoholextract bildende Stoffe,

6) Kreatin und Kreatinin,

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. IV, 1868, S. 87 ff.

2) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1865, S. 447 f.

3) REICHERT'S und DU BOIS-REYMOND'S Archiv, 1864, S. 672.

4) Mechanische Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit. Ein Beitrag zur Theorie der Muskelkräfte. Leipzig 1864.

5) Cfr. oben Wasserextract.

7) Zucker und Fett bildende Stoffe,

8) Flüchtige Fettsäuren bildende Stoffe.

Diese Zusammenstellung scheint mit aller Bestimmtheit dafür zu sprechen, dass im Muskel Stoffe der verschiedensten Art zum Zwecke der Kraft-erzeugung verbraucht werden:

1) Albuminate (vielleicht sind sie zum Theil die Alkoholextract bildenden, Fett bildenden und Zucker bildenden Stoffe),

2) krystallisirbare stickstoffhaltige Zersetzungsproducte der Albuminate (Kreatin und Kreatinin),

3) Milchsäure bildende und Zucker bildende Stoffe (wahrscheinlich zum grössten Theil Kohlehydrate, Glycogen, cf. Albuminate),

4) flüchtige Fettsäuren und flüchtige Fettsäuren bildende Stoffe, vielleicht zum Theil Fette.

Alle Stoffgruppen, welche überhaupt im Muskel vorkommen, betheiligen sich also nach den bisherigen Ergebnissen der Untersuchung an dem gesteigerten Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit, wie wir es schon in der Einleitung theoretisch am wahrscheinlichsten fanden.

Das Experiment selbst widerlegt sonach die Meinung, als ob den einzelnen Stoffgruppen, Albuminaten oder stickstofffreien Stoffen, eine besondere geheimnissvolle Fähigkeit zukomme, die bei ihrer organischen Stoffmetamorphose frei werdenden Kräfte in Muskelarbeit übertragen zu können.

Besonders beachtenswerth ist der Nachweis VOITS, dass auch **Kreatin** und **Kreatinin**, Stoffe, denen man von der einen Seite einen hohen Werth für die Ernährung zuerkennt, von der anderen allen Ernährungswerth absprechen möchte, sich nachgewiesenermaassen an der Kraftproduction im arbeitenden Muskel betheiligen.

§. 5.

Modificationen der Ernährungstheorie.

Durch die neuen Beobachtungen in der Muskel- und Nervenphysiologie im Zusammenhalt mit den Ergebnissen der physikalischen Wärmetheorie werden wir zu Modificationen der älteren Anschauungen über Ernährung gedrängt.

Nach den neuen Auseinandersetzungen von J. VON LIEBIG, welche mit den von A. FICK und VIERORDT gegebenen¹⁾ vollkommen übereinstimmen, hat der Begriff der »plastischen und respiratorischen Nahrungsmittel«, namentlich in Beziehung auf die letzteren, eine Erweiterung zu erfahren.

J. V. LIEBIG geht in seinen neueren Darlegungen zunächst davon aus, dass in den sogenannten stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten der primären Muskelbestandtheile, den stickstoffhaltigen Extractivstoffen, z. B. dem Kreatin, noch eine grössere oder geringere Kraftsumme enthalten sei, die zu den Zwecken der Muskelleistung noch theilweise Verwendung finden könnte.

¹⁾ FICK, Medicinische Physik, II. Auflage, S. 203 ff. — VIERORDT, Physiologie des Menschen, 4. Aufl., S. 70.

C. Voit's angeführte Versuche über den Verbrauch von Kreatin und Kreatinin bei der Muskelthätigkeit liefern für diese Ansicht den experimentellen Beweis. Dass auch bei der Einführung des Kreatins und Kreatinins in den Magen und das Blut dieselben zum beträchtlichen Theil umgesetzt werden, beweisen die Versuche MEISSNER's für das Kreatinin, das ins Blut eingespritzt bald gänzlich verschwindet, und für beide Stoffe Voit's Fütterungsversuche, bei denen in 3 Versuchen von den verfütterten Stoffen verschwanden: I. 4⁰/₀; II. 40⁰/₀; III. 27⁰/₀.

FICK beschränkt dagegen zunächst seine Angaben über Nahrungsmittel auf die Eiweissstoffe, Kohlehydrate und Fette, kommt aber im Allgemeinen zu denselben Schlüssen wie LIEBIG, VIERORDT und wir.

Gehen wir noch etwas näher auf die vorliegenden Fragen ein.

Die Ernährung hat zwei verschiedene Zwecke, welche, wenn sie auch oft zusammenfallen, doch nicht immer zusammenfallen müssen.

Der eine Zweck ist:

der Aufbau und die Erhaltung des Organs, des Arbeitsinstruments,

der andere:

die Zufuhr und Verwendbarmachung von Spannkraften zur Unterhaltung der Kraftproductionen im Organe (Erzeugung von Wärme, Electricität, mechanische Arbeit etc.).

Nicht nothwendig müssen die Stoffe, welche den Organen verwendbare Spannkraften liefern, auch zur Erhaltung und dem Aufbau des Organs beitragen.

Beide Ernährungsaufgaben sind aber von gleicher Wichtigkeit. Wir müssen die Stoffe, welche, ohne an dem Aufbau des Organes sich mitzubetheiligen, für die Organarbeit Kräfte zuführen und sich an dem Freimachen der Kräfte im Organe betheiligen, mit demselben Recht Nahrungsmittel nennen als die anderen, dem Organaufbau dienenden Substanzen.

Jedem Physiologen ist bekannt, dass das keine neue Lehre, dass das im Wesentlichen die alte LIEBIG'sche Theorie ist von den plastischen und respiratorischen Nahrungsstoffen, von den organbildenden und wärmebildenden Nährsubstanzen. Jetzt wird nur die Wärme als Gesamtrepräsentant aller vom Organismus erzeugten Kräfteformen betrachtet. FICK trennt in demselben Sinn wie wir die Nährstoffe in Brennmaterial und Material zum Ersatz abgenutzter Maschinentheile, indem er den Körper wesentlich als kalorische Maschine auffasst.

Die neuen Darstellungen LIEBIG's, VIERORDT's und FICK's ¹⁾ sind also in Consequenz mit LIEBIG's älterer Ernährungstheorie, wie es FICK direct ausspricht. Indem wir diese Theorie den neueren Erfahrungen der theoretischen Mechanik anpassen, der solche principielle Unterschiede für die Beurtheilung der einzelnen Kräfteformen und ihre Wirkungen vollkommen fremd sind, wie wir sie in den in der Einleitung dargelegten physiologischen Hypothesen antreffen, kommen wir zu diesen Modificationen.

Wir definiren jetzt:

1) a. a. O. S. 203.

Alle Stoffe, welche Spannkkräfte enthalten, die der Organismus für seine Kräfteproduction frei machen kann, so wie die, welche diese Befreiung ermöglichen, sind **Nahrungsstoffe**.

Alle Substanzen, die sich an dem normalen Organaufbau betheiligen, auch wenn sie dem Organismus direct **keine** verwendbaren Spannkkräfte liefern sollten, müssen ebenfalls als Nahrungsstoffe bezeichnet werden.

Unter diese Gesichtspunkte lassen sich alle organischen und anorganischen Nährstoffe vereinigen.

Differenzen in der Auffassung über den Nahrungswerth sind bekanntlich zunächst wegen der verschiedenen Beurtheilung des Nährwerthes des LIEBIG'schen Fleischextractes entstanden.

Nach den gegebenen Gesichtspunkten kann die Entscheidung dieser Streitfrage nun nicht mehr zweifelhaft sein.

Oft hört man neuerdings eine entgegengesetzte Ansicht aussprechen. Das Fleischextract verdanke seinen auffallenden Einfluss auf den Kräftezustand Geschwächter der Wirkung seiner Stoffe auf das Nervensystem: nur die Nerventhätigkeit werde durch den Genuss von Fleischextract oder Fleischbrühe gesteigert.

Dieser Einwurf scheint an jene jetzt doch wohl überwundene Zeit zu erinnern, in welcher man die Thätigkeit des Nervensystems von einem unbekannten, den Gesetzen der übrigen Natur nicht gehorchenden Agens, etwa von einer Lebenskraft ableitete.

E. DU BOIS-REYMOND's Entdeckungen der thierischen Electricität haben uns gelehrt, dass die im Nerven entstehenden Kräfte den allgemeinen Gesetzen der Kräfteerzeugung und Kraftumwandlung gehorchen. Die Nervenkräfte entstehen im letzten Grunde auf dieselbe Weise durch Stoffumsatz aus den dadurch verwendbar werdenden Spannkkräften, wie die Kräfte im Muskel, wie alle Kräfte im Organismus.

Man hat häufig die Erhöhung des Kraftgefühls durch gewisse Substanzen, z. B. durch die Fleischbrühe, falsch verstanden. Man will dem Fleischextract keine wirkliche Steigerung der für die Organe verwendbaren Kraftsumme, sondern eben nur eine Steigerung des mysteriösen »nervösen Kraftgefühls« zuschreiben. Was ist aber das Wesen des gesteigerten Kraftgefühls?

Es gibt zwei Momente, durch welche, abgesehen von dem Fleischextract, in ausgezeichneter Weise das »Kraftgefühl« des Menschen gesteigert wird; das ist erstens nach längerer Muskelruhe eine frische körperliche Bewegung, z. B. Fusswandern, Turnen etc., welche nach der Ueberwindung der ersten Müdigkeit ein allbekanntes, wohlthuendes Kraftgefühl hervorruft. Ein zweites Moment ist der Genuss des Kaffee's, der, vorzüglich nach Tisch getrunken, das Müdigkeitsgefühl zu vertreiben vermag.

Aber beide Momente wirken im gleichen Sinn: die Steigerung des Kraftgefühls ist in beiden Fällen verbunden mit einer **Steigerung** der Blutzufuhr (Plasma und Sauerstoffzufuhr) zu den Muskeln und damit mit einem gesteigerten Organstoffwechsel

derselben. Für den Kaffee sind die betreffenden Beobachtungen Voit's oben S. 92 angeführt.

Das gesteigerte Kraftgefühl beruht auf einer localen Steigerung der Ernährung und des Stoffwechsels, es entspricht also einer wirklich gesteigerten Leistungsfähigkeit der Muskeln und ihrer Nerven. Schon oben S. 93 wurde darauf hingewiesen, dass in analoger Weise die Entstehung des gesteigerten Kraftgefühls wohl immer aufgefasst werden müsse. Der Kaffee führt den Muskeln, wenn sie z. B. nach der Mahlzeit ihren relativen Mangel an Ernährungsmaterial zum Bewusstsein bringen, gesteigerte Mengen von Blut zu und steigert dadurch ihre Leistungsfähigkeit wie das Kraftgefühl; offenbar thut dasselbe die Fleischbrühe, wie sich schon aus der etwas erhöhten Hautwärme und der allbekannten Steigerung der Transpiration nach Fleischbrühegenuss ergibt.

Gerade in dem anormalen Darniederliegen des Organstoffwechsels der Muskulatur und des Herzens, wodurch in extremen Fällen fettige Degeneration, übermässige Anhäufung von Zersetzungsproducten mit allen daran sich knüpfenden Consequenzen (ermüdende Stoffe) erfolgt¹⁾, ist oft ein Hauptmoment der Gesundheitsstörung zu suchen. Der Mangel an der zur Gesundheit nöthigen Muskelaction ist viel häufiger, als man das bisher angenommen hat, eine mehr oder weniger gefährliche Complication anderer Krankheiten, die den Patienten ans Bett oder an die Stube fesseln. Fleischbrühe, Kaffee und gewiss noch eine Reihe anderer Heilnahrungsmittel ersetzen in Etwas die mangelnde Muskelbewegung, indem sie, wie diese, die Blutvertheilung regeln, die Blutmenge inneren Organen relativ entziehen.

In dieser Hinsicht darf auch noch auf die allgemeine Steigerung der Blutcirculation unter dem Einfluss derselben und anderer Agentien hingewiesen werden, welche bei einem (krankhaft) darniederliegenden Stoffwechsel eine vortheilhafte Steigerung desselben bewirkt durch reichlichere Durchströmung aller Organe, reichlichere Sauerstoffaufnahme, gesteigerte Abfuhr der schädlichen Zersetzungsproducte aus den Organen.

Wie schon oben angedeutet, hängt von der reichlicheren Blutzufuhr zu irgend einem Organe auch dessen Fähigkeit zu einer vorwiegenden Ernährung und gesteigertem Wachsthum ab. Eine local gesteigerte Blutzufuhr zu den Bewegungsorganen wird ebenfalls in diesem Sinne wirken, worauf zum Theil die von KEMMERICH constatirte Wirkung des Fleischextractes auf die Fleischbildung beruhen mag. Umgekehrt ist das abnorm gesteigerte Wachsthum der Unterleibsdrüsen, vor Allem der Leber bei Muskelruhe auch als Resultat einseitig gesteigerter Ernährung zu betrachten.

So ist es uns denn auch durch diese Untersuchungen gelungen, scheinbar unvereinbare Beobachtungsergebnisse mit einander zu einer befriedigenden Einheit zu verbinden. Wir schliessen mit dem Satze, der keines Beweises bedarf, dass die wahren Ergebnisse exact angestellter Untersuchungen sich niemals widersprechen können.

1) Der Verfasser hat nachgewiesen, dass Muskeln, die mehr ruhen als andere, in demselben Organismus reicher an Extractivstoffen sind. Tetanus Bd. I. S. 423.

Anhang zu §. 2. (Capitel V.)

Um den beobachteten Einfluss des Blutverlustes, welcher von uns bisher nur gelegentlich bei verunglückten Operationen bemerkt worden war, noch direct zu constatiren, wurde ein Versuch am Meerschweinchen angestellt, dessen Galleproduction ohne Blutverlust bestimmt wurde. Im Folgenden wird das Resultat mitgetheilt, das sich den bekannten Ergebnissen HEIDENHAIN'S anschliesst.

Versuch

über Gallenproduction unter dem Einfluss von Blutverlust.

Versuchsthier: Meerschweinchen.

Rohgewicht: 243,5 Gramm.

Reingewicht: 190,5 Gramm.

Lebergewicht: 9,5 Gramm.

Gewicht des Bewegungsapparates: 135,5 Gramm.

Gesamtblutmenge: 11,113 Gramm $= 5,84\% = \frac{4}{17,1}$.

Nach einer vollkommen ohne Blutverlust geglückten Operation entleerte das Thier in der Ruhe

in 11 Minuten 0,210 Gramm feuchte Galle.

Nun wurde eine kleine Arterie am Mesenterium angeschnitten, aus welcher das Thier langsam blutete. Ohne Unterbrechung wurde die Galle fortgemessen. Während der ersten Zeit der Blutung schied das Thier aus

in 11 Minuten 0,120 Gramm feuchte Galle.

Die Gallenproduction ist also gesunken über die Hälfte, genau um 56,1%.

Nach diesen 11 Minuten hört die Gallenausscheidung vollkommen auf!

Die ausgeflossene Blutmenge wurde bestimmt, sie betrug

absolut 4,294 Gramm.

Der Gesamtblutgehalt des Thieres war

absolut 11,113 Gramm.

Die Galleproduction hörte also auf, als das Thier im Maximum verloren hatte 38,6%, d. h.

$\frac{1}{3}$ seiner Gesamtblutmenge.

Das Thier bewegte sich noch ganz lebhaft, sodass seine Muskel- und Nerven-thätigkeit zur Zeit, als seine Leberfunction vollkommen sistirte, noch fast ungeschwächt vorhanden war.

Dieses Versuchsergebniss bestätigt sonach unsere zufälligen Beobachtungen über die Wirkung des Blutverlustes auf die Leberthätigkeit vollkommen.

Berechnen wir noch die Ausscheidungsmengen der Galle bei unserem Versuchsthier nach den ersten 11 Ausscheidungsminuten.

Das Meerschweinchen schied danach aus:

in 1 hor.		4,340	Gramm	feuchte Galle.
		0,027	»	trockene Galle.
in 24 Stunden		34,46	»	feuchte Galle.
		0,62	»	trockene Galle.

1 Kilogramm Meerschweinchen schied aus:

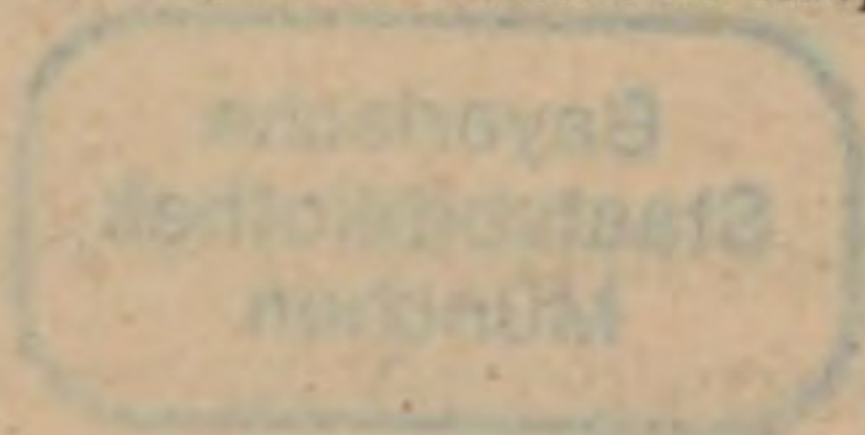
in 24 Stunden		464	Gramm	feuchte Galle.
		3,28	»	trockene Galle.

1 Kilogramm Meerschweinchenleber schied aus:

in 24 Stunden		328!	Gramm	feuchte Galle.
		7,56!	»	trockene Galle.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



Ranke, Johannes,

Die Blutvertheilung und der Thätigkeitswechsel der Organe eine Studie zur
Physiologie und Hygiene nach Untersuchungen aus dem Laboratorium des
Reisingerianum's in München

Leipzig 1871

Anat. 350 dm-2,2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10997183-5